

Rear wheel steering unit with drop-out safety for motor vehicles

Publication number: DE19929932 (A1)

Publication date: 1999-12-30

Inventor(s): FURUMI HIROSHI [JP]; SHIRAKAWA KUNIO [JP]; KAKIZAKI YOSHIO [JP]

Applicant(s): HONDA MOTOR CO LTD [JP]

Classification:

- International: B62D5/04; B62D7/14; B62D5/04; B62D7/14; (IPC1-7); B62D5/04; B62D7/14

- European: B62D7/14S; B62D5/04H2; B62D5/04K2; B62D5/04M2; B52D5/04P4B

Application number: DE19991029932 19990829

Priority number(s): JP19980182108 19980829; JP19980182114 19980829; JP19980182116 19980829; JP19990169805 19990816; JP19990169809 19990816; JP19990172381 19990816

Also published as:

DE19929932 (C2)

CA2276554 (A1)

US6223851 (B1)

GB2340085 (A)

Abstract of DE 19929932 (A1)

The unit has a rotating shaft (18) with two sections (17a,b) with opposite threads, which mesh with threaded sections on two thrust elements (21a,b) and are moved in opposite axial direction when the shaft rotates. A coupling unit (3a,b) is located between each thrust element and a connecting rod (1) for axially fixed coupling of the rod. There is an actuator for selective engagement of one of the coupling units.

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 199 29 932 A 1

⑪ Int. Cl. 6:
B 62 D 5/04
B 62 D 7/14

DE 199 29 932 A 1

⑬ Aktenzeichen: 199 29 932.3
⑭ Anmeldetag: 29. 6. 99
⑮ Offenlegungstag: 30. 12. 99

⑯ Unionspriorität:

P 10-182108	29. 06. 98	JP
P 10-182114	29. 06. 98	JP
P 10-182116	29. 06. 98	JP
P 11-169605	16. 06. 99	JP
P 11-169609	16. 06. 99	JP
P 11-172581	18. 06. 99	JP

⑯ Erfinder:

Furumi, Hiroshi, Wako, Saitama, JP; Shirakawa, Kuniyo, Wako, Saitama, JP; Kakizaki, Yoshio, Wako, Saitama, JP

⑰ Anmelder:

Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑱ Vertreter:

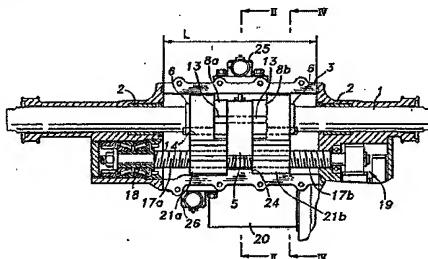
H. Weickmann und Kollegen, 81679 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑲ Hinterradlenkvorrichtung mit Ausfallsicherungsmerkmalen

⑳ Eine Hinterradlenkvorrichtung umfaßt eine Drehwelle (18) mit einem Paar gegensinniger Gewindeabschnitte (17a, b), sowie ein Paar von Schubelementen (21a, b), die drehfest gelagert sind und Gewindeabschnitte besitzen, die mit entsprechenden Gewindeabschnitten der Drehwelle in Eingriff stehen, um bei Drehung der Drehwelle in beide Richtungen in entgegengesetzte Axialrichtungen bewegt zu werden; sowie ein Paar von Kupplungseinheiten (8a, b), die jeweils zwischen einem entsprechenden der Schubelemente (21a, b) und der Schubstange (1) angeordnet sind, um diese wahlweise axial fest zu verkuppfeln. Die Lenkrichtung kann durch wahlweises Einrücken einer der Kupplungseinheiten (8a, b) bestimmt werden, und der Betrag des Lenkwinkels kann bestimmt werden durch Drehen der Drehwelle mit einem Elektromotor in eine der Richtungen. Die Lenkvorrichtung läßt sich in die Neutralstellung bringen, indem der Elektromotor ungestört das momentane Zustands der Lenkvorrichtung in eine vorbestimmte Richtung gedreht wird.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine von einem Elektromotor angetriebene Hinterradlenkvorrichtung und insbesondere eine solche Hinterradlenkvorrichtung, die mit Mitteln zum zuverlässigen Wiederherstellen und festen Einhalten einer Neutralstellung versehen ist.

Im Hinblick auf die Technik der Vorder- und Hinterradlenkvorrichtungen sind verschiedene Vorschläge gemacht worden, welche das Handling des Fahrzeugs durch Lenken der Hinterräder in einer bestimmten Beziehung zum Vorderradlenkwinkel verbessern (japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 9-58515). Eine solche Vorder- und Hinterradlenkvorrichtung ist typischerweise mit einer Ausfallsicherungseinrichtung versehen, um bei Ausfall des Lenksensors (oder beim Stoppen der Maschine) automatisch den Lenkwinkel in eine Neutralstellung (Geradeausstellung) zurückzustellen.

Bei einer bekannten Ausfallsicherungseinrichtung dient eine Rückholfeder dazu, die Lenkstange in die Neutralstellung zurückzudrücken, wenn eine normale Lenkwinkelsteuerung nicht möglich ist (siehe beispielsweise japanische Patent-Offenlegungsschrift Nr. 8-301131).

Weil jedoch bei dieser herkömmlichen Vorrichtung die Lenkstange dauernd der Federkraft der Rückholfeder ausgesetzt ist, die ausreichend kräftig ist, um die Lenkung in die Neutralstellung zurückzubringen und eine Geradeausfahrt des Fahrzeugs zu gestalten, auch wenn der Lenksensor ausgestanden ist und die Bestimmung der Neutralposition nicht mehr möglich ist, muß der Motor zum Herstellen des Lenkwinkels kräftig genug sein, um zusätzlich zur Überwindung des Widerstands von der Straßenfläche, die Federkraft der Rückholfeder zu überwinden. Dieser Faktor verhinderte eine kompakte Konstruktion des Elektromotors und der Treiberschaltung für den Motor.

Die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 5-69834 offenbart eine Anordnung, die eine primäre und eine sekundäre Antriebseinheit sowie Kupplungen aufweist, um die Antriebseinheiten mit der Lenkvorrichtung derart zu kuppeln, daß der Hinterradlenkwinkel bei Aufstand der primären Lenkvorrichtung mittels der sekundären Lenkvorrichtung in die Neutralposition zurückgestellt werden kann. Jedoch muß der Lenkwinkelsensor jederzeit in der Lage sein, die Neutralposition zu bestimmen, und die sekundäre Antriebseinheit, die nur bei einem Aufstand erforderlich ist, vergrößert ungewöhnlich die Abmessungen des Gesamtsystems.

Im Hinblick auf die obigen Probleme der herkömmlichen Technik ist eine erste Aufgabe der Erfindung, eine Hinterradlenkvorrichtung anzugeben, die die Neutralposition bei einem Fehler in zuverlässiger Weise wieder herstellen kann, ohne die Abmessungen des Gesamtsystems zu vergrößern.

Eine zweite Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hinterradlenkvorrichtung anzugeben, die in der Lage ist, die Neutralposition sowohl genau als auch fest zu halten.

Eine dritte Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hinterradlenkvorrichtung anzugeben, die im Betrieb zuverlässig ist und eine einfache Struktur hat.

Zur Lösung zumindest einer der obigen Aufgaben wird eine Hinterradlenkvorrichtung vorgeschlagen, umfassend: eine Schubstange, die an einem Gehäuse axial verschiebbar gelagert ist;

eine Drehwelle, die an dem Gehäuse parallel zu der Schubstange um ihre Axiallinie herum drehbar gelagert ist und mit einem Paar gegensinniger Gewindeabschnitte versehen ist; einen Elektromotor zum Drehen der Drehwelle in beide Richtungen;

eine Paar von Schubelementen, die drehfest gelagert sind und Gewindeabschnitte aufweisen, die mit den entsprechenden

Gewindeabschnitten der Drehwelle in Eingriff stehen, um bei Drehung der Drehwelle in beide Richtungen in einander entgegengesetzte Axialrichtungen bewegt zu werden; ein Paar von Kupplungseinheiten, die jeweils zwischen einem entsprechenden der Schubelemente und der Schubstange angeordnet sind, um diese wahlweise axial fest zu verkleppen; und zumindest einen Aktuator zum wahlweisen Einrücken einer der Kupplungseinheiten.

Somit kann die Lenkrichtung bestimmt werden durch wahlweises Einrücken einer der Kupplungseinheiten, und der Betrag des Lenkwinkels kann bestimmt werden durch Drehen der Drehwelle mit dem Elektromotor in einer der Richtungen. Insbesondere, wenn die Lenkvorrichtung in die Neutralstellung gebracht werden soll, läßt sich dies einfach dadurch erzielen, daß sich der Elektromotor in eine vorbestimmte Richtung dreht, unabhängig vom momentanen Zustand der Lenkvorrichtung. Dies ist besonders günstig, wenn die Wiederherstellung der Neutralstellung als Ausfallsicherungsmaßnahme erforderlich ist, wenn die Zustandsüberwachung der Vorrichtung ausfällt, weil die Vorrichtung nicht in der Lage ist, den Zustand der Lenkvorrichtung jederzeit richtig zu überwachen. Ferner erfordert diese Vorrichtung kein Federelement oder dgl., die konstant eine Kraft an die Lenkvorrichtung anlegt, um bei einem Ausfall der Vorrichtung die Neutralstellung wieder herzustellen, so daß die Minderung der Belastung des Motors die erforderliche Ausgangsleistung des Elektromotors reduziert.

Bevorzugt ist die Schubstange mit einem Vorsprung versehen, die zum Halten zwischen den Schubelementen ausgelegt ist, wenn die Schubelemente axial aufeinander zueinander bewegen werden, als bevorzugte Ausführung zum Drücken der Schubstange in die Neutralstellung. Insbesondere wenn das Gehäuse einen Vorsprung aufweist, der gemeinsam mit dem an der Schubstange vorgesehenen Vorsprung zwischen den Schubelementen gehalten wird, wenn die Schubelemente axial aufeinander zu bewegen sind, um eine Neutralstellung für die Schubstange zu definieren, kann die Neutralstellung genau definiert werden. Sobald die Neutralposition erhalten ist, kann sie besonders fest gehalten werden.

Bevorzugt bestehen die Schubelemente aus einem Hülsenelement, das auf die Schubstange aufgesetzt ist, so daß die Vorrichtung mechanisch dauerhaft wird und stabil arbeitet. Nach einer bevorzugten Ausführung der Erfindung, die zur Verwendung solcher Hülsenelemente ausgelegt ist, kann jede der Kupplungseinheiten ein Kupplungselement aufweisen, das an der Schubstange angebracht ist, sowie ein Kupplungsaufsenement, das an einem entsprechenden der Schubelemente angebracht ist, so daß diese jeweils axial fest, jedoch relativ zueinander um einen vorbestimmten Winkel drehbar sind, wobei jede der Kupplungseinheiten ein Federelement aufweist, das das Kupplungsaufsenement und das Kupplungselement in Winkelrichtung relativ zueinander verspannt, wobei der Aktuator dazu ausgelegt ist, das Kupplungsaufsenement relativ zu dem Kupplungselement gegen die Vorspannkraft des Federelements in einer entgegengesetzten Winkelrichtung zu drehen; wobei das Kupplungsaufsenement und das Kupplungselement mit radialen Vorspringen versehen sind, die wahlweise die Übertragung einer axialen Auswärtsbewegung eines entsprechenden der Schubelemente zu der Schubstange in Abhängigkeit von der Winkelstellung des Kupplungsaufsenements relativ zu dem Kupplungselement gestatten.

Die Lenkvorrichtung kann verschiedene Formen einnehmen. Beispielsweise kann sie als eine Parallellwellenanordnung ausgebildet sein, bei der die Drehwelle eine Gewindestange aufweist, die an dem Gehäuse nächst der Schub-

stange drehbar gelagert ist und jederseits seines axialen Mittelteils gegensinnige Gewindeabschnitte aufweist, wobei jedes der Schubelemente einen ersten Ringteil, der ein mit einem entsprechenden Gewindeabschnitt der Gewindestange im Eingriff stehendes Innengewinde aufweist, sowie einen zweiten Ringteil, der auf die Schubstange mit der dazwischen angeordneten Kupplungseinheit aufgesetzt ist, umfaßt.

Wenn sich die Schubelemente von der Neutralstellung weg bewegt haben, ist es wesentlich, daß die anwendbare Kupplungseinheit eingerückt bleibt, damit die Lenkvorrichtung richtig arbeiten kann, insbesondere zum Wiederherstellen der Neutralstellung. Als Maßnahme gegen den Ausfall des Aktuators zum selektiven Einrücken der Kupplung und/oder als Maßnahme, damit man den Aktuator nicht jederzeit erregt halten muß, außer wenn die Lenkvorrichtung in der Neutralstellung ist, sind bevorzugt Mittel vorgesehen, um eine Kupplungen eingerückt zu halten, nachdem die Gleit-elemente die Neutralstellung verlassen haben. Eine bevorzugte Ausführung, um dies zu erreichen, liegt darin, daß das Kupplungssinnenelement relativ zu der Schubstange drehbar ist und mit einem Arm versehen ist, der in einer in dem Gehäuse ausgebildete Nut eingreift, wobei die Nut ein Paar von axialer Segmente aufweist, die Stellungen des Arms entsprechen, wenn die Kupplungseinheit eingerückt bzw. ausgerückt ist und die durch ein Umfangssegment miteinander verbunden sind, das benachbarte Axialenden der Axialsegmente verbindet und der Neutralstellung der Schubstange entspricht, so daß die Winkelstellung des Kupplungssinnenelements auch bei fehlender Erregung des Aktuators für die Kupplungseinheit beibehalten werden kann, wenn das Schubelement axial von der Neutralstellung in eine entsprechende Richtung bewegt ist.

Der Aktuator zum selektiven Einrücken der Kupplungen kann aus einem Paar von Solenoiden bestehen, von denen jedes auf einen Arm wirkt, der an einem entsprechenden der Kupplungssinnenelemente ausgebildet ist. Weil die Kupplungseinheiten ausschließlich wechselseitig arbeiten oder jede nur dann arbeiten kann, wenn die andere nicht arbeitet, genügt nur ein Solenoid oder ein Aktuator zur Steuerung der Kupplungseinheiten. Beispielsweise kann der Aktuator aus einem Einzelsolenoid mit einem Paar von Arbeitswinden bestehen, die abwechselnd auf einen Arm wirken, der an einem gewählten der Kupplungssinnenelemente ausgebildet ist, oder aus einem Kipphobel mit zwei Enden, von denen jeder auf einen Arm an entsprechenden der Kupplungssinnenelemente wirkt, einem den Kipphobel in Winkelrichtung vorspannenden Federelement sowie einem Einzelsolenoid, das wahlweise den Kipphobel in einer entgegengesetzte Winkelrichtung gegen die Federkraft des Federelements drückt.

Als alternative Ausführung unter Verwendung verschiedener Anordnungen für die Kupplungseinheit kann die Drehwelle eine Gewindestange aufweisen, die drehbar an dem Gehäuse nächst der Schubstange gelagert ist und jederseits ihres axialen Mittelteils gegensinnige Gewindeabschnitte aufweist, wobei jedes der Schubelemente einen Ringteil mit einem Innengewinde besitzt, das mit einem entsprechenden der Gewindeabschnitte der Drehwelle in Eingriff steht; und wobei jede der Kupplungseinheiten ein Loch aufweist, das in einem entsprechenden der Schubelemente ausgebildet ist, wobei ein Stift verschiebbar in der Schubstange aufgenommen ist, um wahlweise in das Loch des Schubelements eingesetzt zu werden, wenn die Schubstange und das Schubelement sich in ihren Neutralstellungen befinden; ein Federelement, das normalerweise den Stift in die Schubstange federnd zurückzieht; sowie einen Aktuator, der den Stift wahlweise in das Loch des Schubelements gegen

die Federkraft des Federelements hineinsetzen kann.

In diesem Fall kann als Mittel zum Eingerückthalten der Kupplungen, nachdem die Schubelemente die Neutralstellung verlassen haben, das Gehäuse mit einer Führungswand versehen sein, die mit jedem der Stifte in Eingriff steht, um den Stift in dem Loch des entsprechenden Schubelements eingesetzt zu halten, wenn bei in das Loch des Schubelements eingesetztem Stift die Schubstange durch das Schubelement aus ihrer Neutralstellung axial weg bewegt wird.

Um die Lenkvorrichtung besonders kompakt ausbilden zu können und die mechanische Haltbarkeit der Vorrichtung zu erhöhen, kann eine koaxiale Anordnung gewählt werden. Beispielsweise kann die Drehwelle ein hohles Buchsenelement aufweisen, das an seiner Innenoberfläche in bezug auf dessen axiale Mitte symmetrisch ein Paar von gegensinnigen Innengewindeabschnitten aufweist; und wobei die Schubwinkelabschnitte ein Paar von Schuhbülsen aufweisen, die jeweils an ihrem Außenumfang einen Außen gewindeabschnitt aufweisen, der mit einem entsprechenden der Gewindeabschnitte der Drehwelle koaxial in Eingriff steht; wobei die Schubstange koaxial in den Schuhbülsen aufnommen ist.

In diesem Fall kann das als die Drehwelle drehende hohle Büsenlement an dem Gehäuse drehbar gelagert sein und an seiner Außenumfangsfläche mit einer Verzahnung oder dgl. versehen sein, so daß die Drehkraft in bequemer Weise von dem Elektromotor auf die Drehwelle übertragen werden kann. Ferner kann jede der Schuhbülsen einen radialen Vorsprung aufweisen, der in einer in dem Gehäuse ausgebildeten Axialnut aufgenommen ist, um die Schuhbülsen relativ zu dem Gehäuse dreifest zu halten.

Bei dieser koaxialen Anordnung umfaßt bevorzugt jede der Kupplungseinheiten ein Kupplungssinnenelement, das fest an der Schubstange angebracht und mit einem nach außen ragenden radialen Vorsprung versehen ist, ein Kupplungsaufsenlement, das an einer entsprechenden der Schuhbüsen angebracht ist, so daß es axial fest, jedoch um einen vorbestimmten Winkel relativ drehbar ist, und mit einem nach innen ragenden radialen Vorsprung versehen ist, der wahlweise axial zu den Vorsprüngen des Kupplungssinnenelements ausgerichtet ist, um in Abhängigkeit von einem Relativwinkel zwischen diesen die Schubstange axial fest mit der Schuhbüse in Eingriff zu bringen, sowie ein Federelement, das das Kupplungsaufsenement normalerweise in eine Winkelrichtung vorspannt; wobei der Aktuator für die Kupplungseinheit dazu ausgelegt ist, das Kupplungsaufsenement gegen die Federkraft des Federelements in eine entgegengesetzte Winkelrichtung zu drehen.

Damit die Winkelstellung des Kupplungssinnenelements auch bei fehlender Erregung des Aktuators für die Kupplungseinheit beibehalten werden kann, wenn sich das Gleit-element axial von der Neutralstellung in eine entsprechende Richtung bewegt, kann das Kupplungsaufsenement relativ zu der Schubstange drehbar sein und mit einem Arm versehen sein, der in eine in dem Gehäuse ausgebildete Nut eingreift, wobei die Nut ein Paar axialer Segmente aufweist, die Stellungen des Arms entsprechen, wenn die Kupplungseinheit eingerückt bzw. ausgerückt ist, die durch ein Umfangssegment miteinander verbunden sind, das benachbarte axialen Enden der axialen Segmente miteinander verbindet und der Neutralstellung der Schubstange entspricht, so daß eine Winkelstellung des Kupplungssinnenelements auch bei fehlender Erregung des Aktuators für die Kupplungseinheit beibehalten werden kann, wenn die Schuhbüse aus der Neutralstellung in einer entsprechenden Richtung axial weg bewegt wird. In diesem Fall kann der Aktuator ein Paar von Drehsolenoiden aufweisen, die jeweils auf einen Arm wir-

ken, der an einem entsprechenden der Kupplungsaufenseite ausgebildet ist.

Wenn bei dieser Anordnung beide Kupplungseinheiten durch einen Fehler nicht einrücken und der Elektromotor hierbei in Drehung versetzt wird, bewegen sich die Schubhülsen axial voneinander weg, und die Stellung der Schubstange wird unbestimmt. Um dies zu vermeiden, können die Schubhülsen an ihren entgegengesetzten Axialenden mit Sperrvorsprüngen versehen sein, um zu verhindern, daß die Schubhülsen sich von der Neutralstellung axial voneinander weg bewegen, wenn keine der beiden Kupplungseinheiten eingerückt ist. Somit bilden die Sperrvorsprünge ein Ausfallsicherungsmerkmal für den Fall, daß beide Kupplungseinheiten nicht einrücken können. Wenn beide Kupplungseinheiten nicht in der Lage sind, einzurücken, wird der Elektromotor überlastet und kann durch Erfassen eines solchen Überstroms gestoppt werden. Das gleiche geschieht, wenn eine der Kupplungseinheiten aufgrund eines Fehlers nicht ausrücken kann und die andere Kupplung eingerückt wird mit der Absicht, die Schubstange in eine entsprechende Richtung zu bewegen. Daher wird in jeder dieser Situationen die Lenkvorrichtung in der Neutralstellung gehalten, wodurch ungewünschte Konsequenzen vermieden werden können.

Nach einer anderen Ausführung der Erfindung kann die Kupplungseinheit ein in dem Schubelement ausgebildetes Loch aufweisen, wobei in der Schubstange ein Stift verschiebar aufgenommen ist, um wahlweise in das Loch des Schubelements eingesetzt zu werden, wenn sich die Schubstange und das Schubelement in ihren Neutralstellungen befinden; ein Federelement, das normalerweise den Stift in die Schubstange federnd zurückzieht; sowie einen Aktuator, der selektiv den Stift in das Loch des Schubelements gegen die Federkraft des Federelements einsetzen kann. In diesem Fall kann das Halten des eingerückten oder ausgerückten Zustands der Kupplungseinheit, wenn das entsprechende Schubelement die Neutralstellung verlassen hat, erreicht werden durch eine Führungswand in dem Gehäuse, die an den Stift angreift, um den Stift in dem Loch des Schubelements eingesetzt zu halten, wenn die Schubstange bei in das Loch des Schubelements eingesetztem Stift axial von dem Schubelement weg in die Neutralstellung angetrieben wird.

Die Erfindung wird nun anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Hinweis auf die beigelegten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht einer ersten Ausführung einer Hinterradlenkvorrichtung;

Fig. 2 eine Schnittansicht entlang Linie II-II von Fig. 1;

Fig. 3 eine vergrößerte Schnittansicht eines Teils von Fig. 1;

Fig. 4 eine Schnittansicht entlang Linie IV-IV von Fig. 1;

Fig. 5 eine Teilschnittansicht entlang Linie V-V von Fig. 4;

Fig. 6 eine Endansicht entlang Linie VI-VI von Fig. 2;

Fig. 7 eine Teilschnittansicht eines wesentlichen Teils einer zweiten Ausführung;

Fig. 8, ähnlich Fig. 7, einen Betriebsmodus der Vorrichtung von Fig. 7;

Fig. 9 eine vereinfachte Seitenansicht einer alternativen Ausführung des Aktuators mit einem Kipphebel;

Fig. 10, ähnlich Fig. 9, einen anderen Zustand des Kipphebels von Fig. 9;

Fig. 11, ähnlich Fig. 9, eine andere alternative Anordnung des Aktuators mit einem Solenoid, das zwei Arbeitsenden aufweist;

Fig. 12 ist eine Teilschnittansicht eines wesentlichen Teils einer dritten Ausführung;

Fig. 13, ähnlich Fig. 12, einen Betriebsmodus der Vor-

richtung von Fig. 12;

Fig. 14 eine Schnittansicht einer vierten Ausführung der Hinterradlenkvorrichtung;

Fig. 15 eine vergrößerte Teilansicht entlang Linie XV-XV von Fig. 16;

Fig. 16 eine Schnittansicht entlang Linie XVI-XVI von Fig. 15;

Fig. 17 eine Teilschnittansicht der Kupplungseinheit im ausgerückten Zustand;

Fig. 18, ähnlich Fig. 17, die Kupplungseinheit im eingerückten Zustand;

Fig. 19 eine Teilschnittansicht der Sperrvorsprünge im eingerückten Zustand;

Fig. 20 eine vereinfachte Perspektivansicht der Kupplungseinheiten, wenn sich die Schubstange gerade von der Neutralstellung nach rechts bewegt;

Fig. 21, ähnlich Fig. 20, die Kupplungseinheiten, wenn sich die Schubstange gerade von der Neutralstellung nach links bewegt;

Fig. 22, ähnlich Fig. 20, die Kupplungseinheiten, wenn sie beide nicht in der Lage sind, auszurücken und somit in ihren eingerückten Zuständen verharren;

Fig. 23, ähnlich Fig. 20, die Kupplungseinheiten, wenn sie beide nicht in der Lage sind, einzurücken und in ihren ausgerückten Zuständen verharren;

Fig. 24 eine Teilschnittansicht eines Betriebsmodus der Sperrvorsprünge; und

Fig. 25 eine Schnittansicht einer fünften Ausführung der Hinterradlenkvorrichtung.

Fig. 1 zeigt allgemein eine Antriebseinheit eines elektrischen Hinterradlenksystems. Zu Fig. 1. Eine mit Achsschenkeln der Hinterräder durch Spurstangen verbundene Schubstange 1 ist durch ein Gleitlager 2 an einem Gehäuse 3 axial verschiebbar gelagert.

Ein radialer Vorsprung 5 ist an einem axialen Mittelabschnitt der Schubstange 1 ausgebildet, um eine Drehung der Schubstange zu verhindern durch Eingriff mit einem Paar von Führungsstangen 4, die parallel zu der Schubstange 1 verlaufen, sowie eine später beschriebene Drehwelle 18 (siehe Fig. 2). Ein Paar von Kupplungsböckchen 8a und 8b oder rohrförmiger Elemente sind auf Teile der Schubstange 1 aufgesetzt, die sich jedersatzes des radialen Vorsprungs 5 befinden, wie in den Fig. 3 und 4 dargestellt. Ringelemente 6, die an die Schubstange 1 lasergeschweißt sind, verhindern eine Bewegung der Kupplungsböckchen 8a und 8b zu den axialen Enden hin und gestalten ihnen eine Drehung über einen bestimmten Winkelbereich durch Kunststofflager 7.

Die im wesentlichen rohrförmigen Kupplungsböckchen 8a und 8b besitzen an einer dem radialen Vorsprung 5 benachbarten Seite im Mittelteil der Schubstange 1 jeweils einen Abschnitt großen Durchmessers 9. Eine Mehrzahl rechtwinkliger Vorsprünge 10 sind an jeder Seite der jeweiligen Kupplungsböckchen 8a und 8b vorgesehen, entfernt von dem Abschnitt großen Durchmessers mit gleichmäßigen Abstand entlang dem Umfang derselben (wodurch sie im wesentlichen einen Querschnitt einer Außenverzahnung bilden), wobei die Spitzen dieser Vorsprünge 10 entlang einem Kreis ausgerichtet sind, der einen etwas kleineren Durchmesser hat als der Innendurchmesser des Hüllekreises der Verlieferungen von Schubblöcken 21a und 21b, wie später beschrieben wird. Zusätzlich ist ein Abschnitt kleinen Durchmessers 11 zwischen dem Abschnitt großen Durchmessers 9 und den Vorsprüngen 10 oder in einem axialen Mittelteil der jeweiligen Kupplungsböckchen 8a oder 8b vorgesehen, wobei der Abschnitt kleinen Durchmessers 11 einen Durchmesser besitzt, der kleiner ist als der Durchmesser des durch die Bodenflächen der Vorsprünge 10 definierten Kreises. Diese Kupplungsböckchen 8a und 8b sind jeweils in einer Winkel-

55

56

57

58

59

60

61

richtung durch eine Torsionsschraubenfeder 12 elastisch vorgespannt, der zwischen die Innenumfangsfäche des Abschnitts großen Durchmessers 9 und der Außenumfangsfäche der jeweiligen Schubblöcke 21a oder 21b herumgewickelt ist.

Der Abschnitt großen Durchmessers 9 der jeweiligen Kupplungsblöcke 8a und 8b ist mit einem Paar von Armen 13 versehen, die in diagonal entgegengesetzte Richtungen weisen. Die freien Enden dieser Arme 13 sind in Führungspalten 14 aufgenommen, die an der Innenumfangsfäche des Gehäuses 3 in symmetrischer Anordnung ausgebildet sind, wobei deren eine Seite gemäß Fig. 5 gekröpft ist. Ein jeder Arme 13 jeder der Kupplungsblöcke 8 und 8a steht mit einem freien Ende eines entsprechenden eines Paares von Kipphäbeln 16a und 16b in Eingriff, die durch entsprechende elektromagnetische Linearaktuatoren 15a und 15b derart betätigt werden, daß der Druck der elektromagnetischen Linearaktuatoren 15a und 15b auf die entsprechenden Arme 13 über die Kipphäbel 16a und 16b übertragen wird, um die Kupplungsblöcke 8a und 8b um einen vorbestimmten Winkel zu drehen.

Eine Drehwelle 18, die sich parallel zu der Schubstange 1 erstreckt, ist an dem Gehäuse 3 frei drehbar, jedoch axial fest gelagert, und ist an den jeweiligen Seiten seines axialen Mittelteils mit gegensinnigen Gewindeabschnitten 17a und 17b versehen. Die Drehwelle 18 kann durch eine Übersetzungsgetriebeeinheit 19 durch einen Elektromotor 20 in eine gewünschte Richtung in Drehung versetzt werden.

Zwei Schubblöcke 21a und 21b kämmen mit den entsprechenden Gewindeabschnitten 17a und 17b der Drehwelle 18 an symmetrischen Positionen relativ zu dem axialen Mittelteil der Drehwelle 18. Diese Schubblöcke 21a und 21b sind jeweils integral mit einer Kupplungsblock-Eingriffsbohrung 23 ausgebildet, die eine Mehrzahl von Vertiefungen 22 aufweist, um mit den Vorsprüngen 10 des entsprechenden Kupplungsblocks 8a oder 8b in Eingriff zu treten. Anders gesagt, die Kupplungsblock-Eingriffsbohrungen 23 sind jeweils wie eine Innenverzahnung ausgebildet. Die Schubblöcke 21a und 21b stehen mit den Führungsstangen 4 in Eingriff, welche die Schubstange 1 drehfest halten, um die Kupplungsblock-Eingriffsbohrungen 23 mit hoher Präzision koaxial zu der Schubstange 1 zu halten.

Die Vertiefungen 22, die in den Kupplungsblock-Eingriffsbohrungen 23 der Schubblöcke 21a und 21b ausgebildet sind, entsprechen den Vorsprüngen 10, die um die Außenumfangsfächen der Kupplungsblöcke 8a und 8b herum ausgebildet sind. Wenn nur die Spannkraft der Torsionsschraubenfeder 12 auf die Kipphäbel 16a und 16b wirkt oder wenn die Schubkraft der elektromagnetischen Aktuatoren 15a und 15b nicht auf die Kipphäbel 16a und 16b wirkt, fließen die Vorsprünge 10 und die Vertiefungen 22 miteinander.

Der mögliche Bewegungsbereich der Schubblöcke 21a und 21b wird durch den axialen Abstand L zwischen den zwei entgegengesetzten Flächen des Gehäuses 3 bestimmt, so daß die Schubblöcke 21a und 21b um einen Weg beweglich sind, der dem maximalen Hub der Schubstange 1 entspricht, um einen maximalen Lenkwinkel der Hinterräder zu erreichen von einer Stellung, in der eine Endfläche des entsprechenden Schubblocks an einer Anschlagschnitte 24 angreift, der in dem Gehäuse 3 ausgebildet ist und die gleiche Dicke hat wie die Axialabmessung des radialen Vorsprungs 5, der in dem axialen Mittelteil der Schubstange 1 ausgebildet ist.

In folgendem wird der Betrieb der Vorrichtung anhand von Fig. 1 beschrieben, am Beispiel einer Situation, in der die Schubstange 1 aus ihrer Neutralstellung nach links bewegt wird.

Obwohl in Fig. 1 nicht gezeigt, können die zwei Kupplungsblöcke 8a und 8b einzeln in Winkelrichtung durch die verschiedenen elektromagnetischen Aktuatoren 15a und 15b betätigt werden. Durch Aktivieren nur des linken elektromagnetischen Aktuators 15a wird daher nur der linke Kupplungsblock 8a gegen die Vorspannkraft der Torsionsfeder 12 um einen Winkel gedreht, der dem Umfangsegment 14a der Führungsnut 14 entspricht. Im Ergebnis entsteht eine Phasendifferenz zwischen den Vorsprüngen 10 des linken Kupplungsblocks 8a und den Vertiefungen 22 des linken Schubblocks 21a derart, daß die Vorsprünge 10 des linken Kupplungsblocks 8a mit den Vorsprüngen des linken Schubblocks 21a fließen, die jeweils durch das benachbarte Paar der Vertiefungen 22 flankiert sind.

Wenn der Elektromotor 20 in diesem Zustand in der normalen Richtung in Drehung versetzt wird, werden die zwei Schubblöcke 21a, 21b, die mit der Drehwelle 18 verschraubt sind, durch die gegenläufigen Sinne der zwei Gewindeabschnitte 17a und 17b voneinander weg bewegt. Dies wiederum hat zur Folge, daß die Vorsprünge 10 des linken Kupplungsblocks 8a mit dem linken Schubblock 21a in Wechselwirkung treten oder daß die entsprechende Kupplung eintritt, so daß die auf dem linken Schubblock 21a nach links wirkende Axialkraft durch den linken Kupplungsblock 8a auf die Schubstange 1 übertragen wird.

Mittlerweile fließen die Vorsprünge 10 des rechten Kupplungsblocks 8b mit den Vertiefungen 22 des rechten Schubblocks 21b, oder die Kupplung rückt aus, wobei die (Rechts) Bewegung des rechten Schubblocks 21b zum Standengehen hin den rechten Kupplungsblock 8b überhaupt nicht beeinflußt wird. Der Arm 13 des rechten Kupplungsblocks 8b wird in den nach innen weisenden Axialsegment 14b der Führungsnut 14 aufgenommen. Somit kann sich die Schubstange 1 nach links bewegen.

Die Schubstange 1 setzt sich nach links in Bewegung, und der Arm 13 des linken Kupplungsblocks 8a tritt eventuell mit dem nach außen gerichteten Axialsegment 14c der Führungsnut 14 in Eingriff. Im Ergebnis wird der linke Kupplungsblock 8a drehfest gehalten, und der Eingriff zwischen dem linken Kupplungsblock 8a und dem linken Schubblock 21a wird auch dann beibehalten, wenn der linke elektromagnetische Aktuator 15a entriegelt wird, und der Kipphäbel 16a unter der Spannkraft der Feder 16 in die Neutralstellung zurückgekehrt ist.

Indem man den Steigungswinkel der Gewindeabschnitte 17a und 17b der Drehwelle 18 kleiner wählt als den Reibwinkel, läßt sich der Lenkwinkel auf demjenigen Wert halten, der beim letztendlichen Anhalten des Elektromotors erreicht wurde.

Wenn der Elektromotor 20 umgekehrt wird, bewegen sich die zwei Schubblöcke 21a und 21b zueinander oder zur Mitte hin, so daß sich die Schubstange 1 zur Mitte hin nach rechts bewegt, diesmal aufgrund des Eingriffs zwischen dem linken Schubblock 21a und dem radialen Vorsprung 5, der in dem axialen Mittelteil der Schubstange 1 vorgesehen ist. Weil die Vorsprünge 10 des rechten Kupplungsblocks 8b und die Vertiefungen 22 des rechten Schubblocks 21b zueinander fließen (die Kupplung ist ausgerückt), beeinflußt auch in diesem Fall die (Links)Bewegung des rechten Schubblocks 21b zur Mitte hin den rechten Kupplungsblock 8b überhaupt nicht.

Wenn der linke elektromagnetische Aktuator 15a bereits dann entriegelt wird, wenn der Arm 13 des linken Kupplungsblocks 8a mit dem Umfangsegment 14a der Führungsnut 14 in der Neutralstellung fließt, dreht sich der linke Kupplungsblock 8a unter der Vorspannkraft der Torsionsfeder 12, bis die Vorsprünge 10 des linken Kupplungsblocks 8a mit den Vertiefungen 22 des linken Schubblocks 21a miteinander-

der fluchten, so daß der linke Schubblock 21 von der Schubstange 1 getrennt wird. Weil in dieser Neutralstellung die zwei Schubblöcke 21a und 21b den radialen Vorsprung 5 der Schubstange 1 zusammen mit dem Anschlagabschnitt 24 des Gehäuses 3 zwischen sich halten, kann, in Kombination mit der Funktion des Reibwinkels der Gewindeabschnitte der Lenkwinkel in der Neutralstellung mit hoher Präzision sehr fest gehalten werden. Auch in diesem Zustand befinden sich die Arme 13 der rechten und linken Kupplungsblöcke 8a und 8b an den Schultern der Umfangssegmente 14a der entsprechenden Führungsnuten (siehe Fig. 5). Weil dies die Axialstellungen der rechten und linken Schubblöcke 21a und 21b bestimmt, wird die Schubstange 1 in der Neutralstellung auch dann gehalten, wenn sich die zwei Schubblöcke 21a und 21b aus irgendeinem Grund bewegt haben.

Wenn die Schubstange 1 über die Neutralstellung hinaus bewegt werden soll, wird nur der rechte elektromagnetische Aktuator 15b in der Neutralstellung erregt, während der Elektromotor 20 in der normalen Richtung in Drehung versetzt wird. Auf diese Weise dreht sich nur der rechte Kupplungsblock 8b, und die nach rechts gerichtete Axialkraft des rechten Schubblocks 21b wird auf die Schubstange 1 über den rechten Kupplungsblock 8b übertragen. Weil hierbei der linke Kupplungsblock 8a und der linke Schubblock 21a voneinander getrennt sind, beeinflußt die Linksbewegung des linken Schubblocks 21a die Schubstange 1 überhaupt nicht.

Die Lenkrichtung kann bestimmt werden durch wahlweise Erregen einer der elektromagnetischen Aktuatoren 15a und 15b. Der Lenkwinkel kann durch Drehen des Elektromotors 20 in der Normalrichtung erhöht werden und kann durch Drehen des Elektromotors in die Rückwärtssrichtung in die Neutralstellung gebracht werden. Daher braucht die Lenkrichtung nicht bestimmt werden, wenn der Lenkwinkel in die Neutralstellung zurückkehrt. Sobald die Neutralstellung erhalten ist, werden auch die Schubblöcke 21a und 21b durch den Anschlagabschnitt 24 und den Vorsprung 5 der Schubstange 1 in Eingriff gebracht und an jeder Weiterbewegung gehindert, und daher reicht es aus, den elektrischen Strom zu dem Elektromotor 20 durch Erfassen eines Überlastzustands abzuschalten, so daß man nicht zu erfassen braucht, daß die Neutralstellung erreicht worden ist.

Die dargestellte Vorrichtung umfaßt einen ersten Sensor 25 zum Erfassen der Querbewegung der Schubstange 1 und einen zweiten Sensor 26 zum Erfassen der Bewegung einer der zwei Schubblöcke 21a und 21b, und abnormale Zustände können aus den Ausgaben dieser Sensoren erfaßt werden.

Diese zwei Sensoren 25 und 26 können aus Drehdetektoren, wie etwa Potentiometern, bestehen. An den Drehwellen der Potentiometer sind Arme 27 und 28 fest angebracht, und die freien Enden der Arme 27 und 28 stehen mit Stiften 29 und 30 in Eingriff, die an der Schubstange 1 und einem der Schubblöcke 21a angebracht sind, so daß die Axialbewegungen der Schubstange 1 und des Schubblocks 21a in Drehwinkel umgewandelt werden können (siehe Fig. 6).

Es kann erforderlich sein, ein Hängenbleiben bzw. Einfrieren oder Festklemmen zu erfassen, wenn die Kupplungseinheiten eingerückt sind oder wenn die Schubblöcke 21a und 21b integral mit der Schubstange 1 verbunden sind. Wenn nur einer der Schubblöcke 21a und 21b hängengeblieben ist, kann der Lenkwinkel in einer Richtung erhöht werden, er kann jedoch in der entgegengesetzten Richtung nicht erhöht werden, weil der Eingriff einer der Kupplungseinheiten das Einfücken der anderen Kupplungseinheit bewirkt, was die Schubstange 1 unbeweglich hält. Somit kann lediglich durch Überwachen des Stroms zu dem Elektromotor 20 und/oder des Lenkwinkels erfaßt werden, ob versucht wird,

in einer der Richtungen zu lenken. Wenn die Schubblöcke 21a und 21b hängengeblieben sind und es daher unmöglich ist, den Lenkwinkel in eine Richtung zu erhöhen, läßt sich dies lediglich durch Überwachen des Stroms zu dem Elektromotor 20 und/oder des Lenkwinkels erfassen, wenn versucht wird, in eine der Richtungen zu lenken.

Das Auftreten eines Fehlers zum Einrücken beider Kupplungseinheiten kann erfaßt werden durch Vergleichen der Ausgaben der ersten und zweiten Sensoren 25 und 26, wenn versucht wird, in einer der Richtungen zu lenken, weil sich die Schubstange 1 nicht bewegt, auch wenn eine der beiden Schubblöcke 21a und 21b bewegt wird. Das Auftreten eines Fehlers beim Einrücken einer der Kupplungseinheiten kann erfaßt werden durch Vergleichen der Ausgaben der ersten und zweiten Sensoren 25 und 26, wenn versucht wird, in einer Richtung zu lenken, weil der Lenkwinkel in der einen Richtung erhöht werden kann, jedoch nicht in der anderen Richtung. Weil die Arme 13 der rechten und linken Kupplungsblöcke 8a und 8b sich in den Schultern der Umfangssegmente 14a der Führungsnuten befinden, wird auch in diesem Fall der Neutralzustand der Schubstange 1 beibehalten, auch wenn die zwei Schubblöcke 21a und 21b ohne Eingriff mit den Kupplungseinheiten voneinander weg bewegt werden.

Auf diese Weise kann das Hängenbleiben und das fehlende Einrücken der Kupplungseinheiten aus dem Lenkzustand bestimmt werden, ohne daß irgendwelche Sensoren zur Betriebsüberwachung der elektromagnetischen Aktuatoren erforderlich sind, so daß die Struktur der Vorrichtung zum Bestimmen von Systemfehlern vereinfacht werden kann.

Fig. 7 zeigt eine zweite Ausführung unter Verwendung einer anderen Anordnung für die Kupplungseinheiten. In dieser Zeichnung sind der ersten Ausführung entsprechend Teile mit gleichen Bezeichnungen versehen, ohne deren detaillierte Beschreibung zu wiederholen. In dieser Ausführung ist die Schubstange 1 innenseitig mit einem Stiftpaar 32a und 32b versehen. Diese Stifte 32a und 32b dienen als bewegliche Teile der Kupplungseinheiten und sind durch Schraubenfedern 31 in der Richtung zum Trennen von den Schubblöcken 21a und 21b federnd vorgespannt (siehe Fig. 7), welche mit den Gewindeabschnitten 17a und 17b der Drehwelle 18 drehfest in Gewindegriß stehen. Diese Stifte 32a und 32b sind normalerweise von den entsprechenden Schubblöcken 21a und 21b getrennt (ausgerückter Zustand der Kupplungseinheiten). Wenn sie jedoch durch die elektromagnetischen Aktuatoren 15a und 15b herausgedrückt sind, werden die freien Enden der Stifte 32a und 32b in Löchern 33a und 33b aufgenommen, die in den entsprechenden Schubblöcken 21a und 21b ausgebildet sind, so daß die Schubblöcke 21a und 21b einzeln mit der Schubstange 1 verbunden werden können (ingerückter Zustand der Kupplungseinheiten).

Bei dieser Anordnung wird durch Erregen einer der elektromagnetischen Aktuatoren 15a und 15b (beispielsweise des linken elektromagnetischen Aktuators) das freie Ende des entsprechenden linken Stifts 32a in das Loch 33a des linken Schubblocks 21a hineingedrückt, wie in Fig. 8 dargestellt. Wenn der Elektromotor 20 in diesem Zustand in der normalen Richtung in Drehung versetzt wird, werden die zwei Schubblöcke 21a und 21b aufgrund der gegensinnigen Gewindeabschnitte 17a und 17b der Drehwelle 18, mit der sie in Gewindegriß stehen, voneinander weg bewegen. Weil die Schubstange 1 mit dem linken Schubblock 21a über den linken Stift 32a verbunden ist, bewegt sich die Schiebewelle 1 nach links, wenn sich die zwei Schubblöcke 21a und 21b voneinander weg bewegen.

Da der rechte elektromagnetische Aktuator 15b entregt

ist, wird hierbei der rechte Stift 32b nicht in das Loch 33b des rechten Schubblocks 21b eingesetzt, und die Rechtsbewegung des rechten Schubblocks 21b wird durch kein anderes Teil des Systems beeinflußt.

Das Gehäuse 3 ist innenseitig mit einer Führungswand 34 versehen, die der Führungsnut 14 der ersten Ausführung entspricht. Bei Linksbewegung der Schubstange 1 stützt sich die obere Endfläche des linken Stifts 32a an der unteren Stufe der Führungswand 34 ab, so daß der Vorsprungzustand des linken Stifts 32a ohne Druckeinwirkung von dem linken elektromagnetischen Aktuator 32a beibehalten wird.

Wenn der Elektromotor 2 in die Rückwärtsrichtung in Drehung versetzt wird, werden zwei Schubblöcke 21a und 21b zueinander hinbewegt, und dies bewirkt, daß sich die Schubstange 1 in Richtung der Neutralstellung nach rechts bewegt.

Wenn die Schubstange 1 aus der Neutralstellung nach rechts bewegt werden soll, wird statt dessen der rechte elektromagnetische Aktuator 15b erregt, um den rechten Stift 32b in das Loch 33b des rechten Schubblocks 21b einzusetzen.

In der Neutralstellung sind die zwei elektromagnetischen Aktuatoren 15a und 15b beide entregt, und die rechten und linken Stifte 32a und 32b sind beide von den Schubblöcken 21a und 21b getrennt (ausgerückter Zustand der Kupplungseinheiten), wie in Fig. 7 gezeigt, so daß die Stellungen der zwei Stifte 32a und 32b durch Wechselwirkung der Oberenden der Stifte 32a und 32b mit den entsprechenden Schultern der Führungswand 34 definiert sind. Im Ergebnis wird die Axialbewegung der Schubstange 1 mechanischarrêtet, auch wenn der Elektromotor 20 unabsehbar aktiviert wurde und die zwei Schubblöcke 21a und 21b bewegt wurden.

Gleichzeitig mit dem Einsetzen des radialen Vorsprungs 5 der Schubstange 1 zwischen die zwei Schubblöcke 21a und 21b wird auch der Anschlagabschnitt 24 des Gehäuses 3 dazwischen aufgenommen, so daß die Neutralstellung so ähnlich wie in der ersten Ausführung fest eingehalten wird.

Fig. 9 zeigt eine andere Ausführung des Kipphelbes. Dieser Kipphobel 35 besteht aus einem wippenartigen Kipphobel, der zentral durch eine Schwenkwelle 35a gelagert ist. Die zwei Enden des Kipphobels 35 greifen jeweils an Arme 13a und 13b an, die in den linken und rechten Kupplungseinheiten ausgebildet sind, wie in Fig. 1 dargestellt, und der Kipphobel 35 wird durch eine auf die Schwenkwelle 35a aufgesetzte Torsionsfeder (in den Fig. 9 und 10 mit 35b bezeichnet) derart vorgespannt, daß eine der Kupplungseinheiten angeschaltet und die andere Kupplungseinheit ausgeschaltet gehalten wird.

Bei dieser Anordnung ist es möglich, durch Schwenkbewegung des wippenartigen Kipphobels 35 durch Erregen des einzelnen elektromagnetischen Aktuators 15 gegen die Vorspannkraft der Torsionsfeder die eine Kupplungseinheit auszuschalten und statt dessen die andere Kupplungseinheit anzuschalten, wie in Fig. 10 dargestellt. Diese Anordnung gestattet eine Vereinfachung des Antriebsmechanismus für die Kupplungseinheiten.

Fig. 11 zeigt eine noch weitere Ausführung der Kipphelbe. Die Kipphobel 35a und 35b sind jeweils L-förmig gebogen, und der gebogene Abschnitt davon ist schwenkbar gelagert. Jeder der Kipphobel 35a und 35b besitzt ein Ende 36a oder 36b, das mit einem dem Arm 13 der ersten Ausführung entsprechenden Abschnitt oder einem den Stiften 32a und 32b der zweiten Ausführung entsprechenden Abschnitt in Eingriff steht. Zwischen den einander entgegengesetzten anderen Enden 37a und 37b der Kipphobel 35a und 35b befindet sich ein einziger elektromagnetischer Aktuator 15, dessen Kolben 15a seitlich hin- und herbeweglich ist. Die

Kipphobel 35a und 35b werden durch Torsionsfedern oder dgl. nach oben in ihre jeweiligen Ruhestellungen vorgespannt.

In diesem Fall sind die beiden Kupplungseinheiten in der Neutralstellung ausgerückt, und in Abhängigkeit von der Vorsprungrichtung des Kolbens 15a' des elektromagnetischen Aktuators 15a dreht sich einer der Kipphobel 35a und 35b, oder wird eine der linken und rechten Kupplungseinheiten ausgerückt.

Fig. 12 zeigt eine dritte Ausführung. Der in Fig. 12 gezeigte Schubblock 41 steht drehfest mit einer Drehwelle 18 in Gewindeeingriff, die über ihre Gesamtlänge einen einzigen Gewindeabschnitt 42 aufweist, so daß der Schubblock 41 in jede Richtung seitlich durch einen Elektromotor 20 in Normal- oder Rückwärtsrichtung bewegen werden kann.

Die Schubstange 1 ist innenseitig und mittig mit einem Stift 44 versehen, der als bewegliches Teil der Kupplungseinheiten dient und der durch eine Schraubenfeder 43 in Trennrichtung vom Schubblock 41 federnd vorgespannt ist (in Fig. 12 gezeichneter Zustand). Dieser Stift 44 ist normalerweise aus dem Schubblock 41 ausgerückt (ausgerückter Zustand der Kupplungseinheiten). Wenn er jedoch durch einen elektromagnetischen Aktuator 45 herausgedrückt wird, wird dessen Vorderende in ein Loch 46 in dem Schubblock 41 eingesetzt (der in Fig. 13 gezeigte Zustand), um den Schubblock 41 mit der Schubstange 1 zu koppeln (eingeklickter Zustand der Kupplungseinheiten).

Wenn bei dieser Anordnung der Elektromotor 20 in entweder Normal- oder Rückwärtsrichtung in Drehung versetzt wird, wobei der elektromagnetische Aktuator 35 erregt ist und der Schubblock 41 durch den Stift 44 mit der Schubstange 1 gekoppelt ist, bewegt sich der Schubblock 41, der mit dem Gewindeabschnitt 42 der Drehwelle 18 drehfest in Gewindeeingriff steht, durch Wirkung des Gewindeeingriffs 35 in einer der Richtungen seitlich.

Das Gehäuse 3 ist innenseitig mit einer Führungswand 47 versehen, zum Eingriff mit der oberen Endfläche des Stifts 44. Wenn sich die Schubstange 1 zu bewegen beginnt, greift die obere Endfläche des Stifts 44 an die Unterfläche der Führungswand 47 an, so daß der Vorsprungzustand des Stifts 44 auch ohne Druckausübung von dem elektromagnetischen Aktuator 45 beibehalten wird.

Wenn der Elektromotor 20 in der Rückwärtsrichtung angeregt wird, bewegt sich der Schubblock 41 in die entgegengesetzte Richtung, und die Schubstange 1 bewegt sich ebenfalls in die entgegengesetzte Richtung.

In der Neutralstellung wird der elektromagnetische Aktuator 45 entregt, um den Stift 44 aus dem Schubblock 41 zu lösen, wie in Fig. 12 dargestellt (ausgerückter Zustand der Kupplungseinheiten). Dies bewirkt, daß das Oberende des Stifts 44 in ein Loch 48 des Gehäuses 3 eingesetzt wird, um eine Bewegung des Stifts 44 zu unterbinden. Auch wenn daher der Elektromotor 20 unabsehbar angeregt wird und sich der Schubblock 41 bewegt, wird im Ergebnis die Axialbewegung der Schubstange 1 mechanisch unterbunden.

Der bewegliche Teil der Kupplungseinheit ist nicht auf den Stift 44 begrenzt, der wie oben beschrieben in das Loch 46 des Schubblocks 41 eingesetzt ist. Beispielsweise kann er aus einem zweizinkigen Gabelelement bestehen, das der Schubblock 41 von beiden Axialenden zwischen sich aufnimmt.

Fig. 14 zeigt allgemein die Gesamtstruktur einer vierten Ausführung der Hinterradlenkvorrichtung. Gemäß Fig. 14 ist ein Innengewindezylinder 52, der jedesseits seines Mittelelementes mit einem Paars gegensinniger Innengewindeabschnitte 51a und 51b versehen ist, in einem Gehäuse 53 gelagert, so daß er axial fest, jedoch frei drehbar ist. Eine

Außenverzahnung G ist an einem geeigneten Teil dieses Innengewindezylinders 52 vorgesehen, um die Drehkraft eines Elektromotors 55 über eine Drehzahluntersetzungseinheit 54 zu übertragen, die in dieser Zeichnung nur teilweise dargestellt ist.

Die Innengewindeabschnitte 51a und 51b des Innenzyliners 52 stehen mit linken und rechten Schuhhülsen (Schubelementen oder Gleitelementen) 56a und 56b in Gewindeeingriff, die allgemein zylinderförmig sind und an ihren Außenflächen mit Außengewindeabschnitten versehen sind. Diese Schuhhülsen 56a und 56b sind jeweils mit einem Paar von radialem Vorsprüngen 57 versehen, die in diametral entgegengesetzten Richtungen von einem Teil der entsprechenden Schuhhülse nach außen vorstehen, und sich von einem entsprechenden Axialende des Innengewindezylinders 52 nach außen erstrecken, wenn die Schuhhülsen 56a und 56b vollständig in den Innengewindezylinder 52 eingeschraubt sind. Diese Vorsprünge 57 sind in entsprechenden Axialnuten 58 aufgenommen, die in dem Gehäuse 53 ausgebildet sind, um die Schuhhülsen 56a und 56b in bezug auf das Gehäuse 53 drehfest zu halten. Einer der Vorsprünge 57 jeder der Schuhhülsen 56a und 56b greift an einem Hubsensor 59 an, um den Versatz der entsprechenden Schuhhülse 56a oder 56b zu erfassen (siehe Fig. 16).

Die Innenumfangsfläche der jeweiligen linken und rechten Schuhhülsen 56a und 56b nimmt ein zylindrisches Kupplungsaufbauelemente 60a oder 60b auf (bewegliches Teil der Kupplungseinheiten), um über einen vorbestimmten Winkel relativ drehbar, jedoch axial fest zu sein. Das offene Außenende der jeweiligen Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b ist mit einer Torsionsfeder 61a oder 61b (in Fig. 15 gezeigt, jedoch in Fig. 14 weggelassen) über einen Federhalter 62 zusammenge setzt, der fest an dem entsprechenden Kupplungsaufbauelemente 60a oder 60b angebracht ist, wobei ein Ende jeder Torsionsfeder 61a oder 61b mit der entsprechenden Schuhhülse 56a oder 56b in Eingriff steht, wohingegen das andere Ende mit dem entsprechenden Kupplungsaufbauelemente 60a oder 60b in Eingriff steht.

Durch diese Torsionsfedern 61a und 61b werden die Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b normalerweise federnd in eine vorbestimmte Winkelrichtung in bezug auf die entsprechenden Schuhhülsen 56a und 56b vorgespannt. Die Winkelrichtungen der Vorspannkräfte dieser Federn 61a und 61b sind voneinander entgegengesetzt derart, daß jede von diesen – gesehen von dem entsprechenden Axialende der Schubstange 71 – im Uhrzeigersinn weist.

Ein Teil des Innenumfangs der jeweiligen Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b, das ein wenig von dem Torsionswicklungs-Halteschnitt weg nach innen versetzt ist, ist mit einer Mehrzahl (in dieser Ausführung sechs) radial nach innen weisender Vorsprünge 63 versehen, um hierdurch die Form einer Innenverzahnung zu erzeugen, gesehen im Querschnitt orthogonal zur Axiallinie. Jeder der Vorsprünge 63 ist trapezförmig, gesehen im Querschnitt orthogonal zur Axiallinie der Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b.

Das axiale Außenende der jeweiligen Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b ist mit einem Arm 65a oder 65b versehen, der radial nach außen durch einen L-förmigen Schlitz 64 hindurch geht, der in der entsprechenden Schuhhülse 56a oder 56b ausgebildet ist (siehe Fig. 17 und 18). Jeder der L-förmigen Schlüsse 64 umfaßt ein axiales Segment A, das sich zu dem Axialende der entsprechenden Schuhhülse 56a oder 56b öffnet, sowie ein Umgangssegment C, das dem Drehwinkel des entsprechenden Kupplungsaufbauelementes 60a oder 60b entspricht, so daß sich die Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b relativ zu den Schuhhülsen 56a und 56b in der axialen Richtung über den Betriebswinkelbereich der Kupplungseinheiten nicht bewegen können, und die

Arme 65a und 65b können durch die entsprechenden Schlüsse 64 nach außen hindurchtreten.

Jeder der Arme 65a und 65b steht mit einem Antriebsarm 67a oder 67b eines entsprechenden Drehaktuators 66a oder 66b in Eingriff, um das entsprechende Kupplungsaufbauelement 60a oder 60b gegen die Vorspannkraft der entsprechenden Torsionsfeder 61a oder 61b zu verdrehen. Die Antriebsrichtungen der Drehaktuatoren 66a und 66b sind einander entgegengesetzt, um den Vorspannrichtungen der entsprechenden Torsionsfedern 61a und 61b entgegenzuwirken.

Die Arme 65a und 65b greifen auch in Führungsnoten 68a und 68b ein, die an der Innenfläche des Gehäuses 53 ausgebildet sind. Die Funktion dieser Führungsnoten 68a und 68b wird später beschrieben.

Die axialen Innenenden der Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b sind mit Sperrvorsprüngen 69a und 69b versehen, die in Abhängigkeit von den Betriebszuständen der Kupplungseinheiten oder des relativen Drehwinkels der zwei Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b in und außer Eingriff gebracht werden können.

Die Sperrvorsprünge 69a und 69b stehen an Endabschnitten von Schenkelabschnitten 70a und 70b einander gegenüber, die als Verlängerungen axialer Innenenden der Außenwände der zylindrischen Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b ausgebildet sind, wie in Fig. 19 dargestellt. Wenn die Drchwelle 52 verdreht wird, ohne mit einer der Kupplungseinheiten in Eingriff zu stehen, wird die Schuhhülse 56a oder 56b axial weggedrückt, und die Stellung der Schubstange 71 wird unbestimmt. Diese Sperrvorsprünge 69a und 69b können aus einem Paar bestehen oder können aus einer Mehrzahl von Paaren bestehen, die mit gleichmäßigen Abstand in Umfangsrichtung angeordnet sind.

Eine gemeinsame Schubstange 71 durchsetzt die zwei Kupplungsaufbauelemente 60a und 60b. Die Schubstange 71 ist an dem Gehäuse 53 axial verschiebbar gelagert, und deren zwei Enden sind mit den Achsschenkeln der Hinterräder über Spurstangen (nicht gezeigt) verbunden. Eine Drehung der Schubstange 71 wird durch Stufe 72 verhindert, die radial in einen axial linken Endabschnitt derselben vorstehen und in einer Axialnut 73 aufgenommen sind, die in dem Gehäuse 53 ausgebildet ist. Der obere Endabschnitt des Stifts 72 steht mit einem Hubsensor in Eingriff (in den Zeichnungen nicht dargestellt), ähnlich dem Hubsensor 59 von Fig. 45, zum Erfassen des Versatzes der Schubstange 71.

Ein axiales Mittelteil der Schubstange 71 ist mit einem Paar von Zentriervorsprüngen 75a und 75b versehen, die mit einem bestimmten axialen Abstand voneinander radial vorstehen. Die Schubstange 71 ist ferner, mit einem bestimmten Abstand nach außen von den entsprechenden Zentriervorsprüngen 75a und 75b, mit einem Paar von Kupplungsinselementen 76a und 76b versehen (feste Teile der Kupplungseinheiten).

Der Innenumfang der jeweiligen linken und rechten Schuhhülsen 56a und 56b ist mit einem radial einwärts gerichteten Vorsprung 77a oder 77b versehen, der an die axiale Außenendfläche des entsprechenden Zentriervorsprungs 75a oder 75b an dessen Innenendfläche angreift, wenn die Schuhhülse vollständig in den entsprechenden Gewindeabschnitt 51a und 51b des Innengewindezylinders 52 eingeschraubt ist, und der immer mit der axialen Innenendfläche des entsprechenden Kupplungsaufbauelementes 60a oder 60b an dessen Außenendfläche in Eingriff steht. Die Kontaktflächen der radial einwärts gerichteten Vorsprünge 77a und 77b für die Zentriervorsprünge 75a und 75b sind mit Dämpflementen 78 ab gummiaartigem Material zusammengesetzt, um beim Zusammenstoß dieser Vorsprünge das Entstehen eines Geräusches zu verhindern.

Der Außenumfang der jeweiligen Kupplungsinnelemente 76a und 76b ist mit einer Mehrzahl (hier sechs) radialer Vorsprünge 79 versehen (so daß dieses Teil die Form einer Außenverzahnung besitzt, gesehen im Querschnitt orthogonal zur Axiallinie). Jeder der Vorsprünge 79 ist rechtwinklig, gesehen im Querschnitt orthogonal zur Axiallinie der Kupplungsinnelemente 76a und 76b. Diese Vorsprünge 79 sind derart dimensioniert, daß sie in Vertiefungen passen, die zwischen benachbarten Vorsprüngen 63 der Kupplungsaufenelemente 60a und 60b definiert sind, die jeweils einen trapezförmigen Querschnitt besitzen.

Wenn die rechtwinkligen Vorsprünge 79 jedes der Kupplungsinnelemente 76a und 76b in bezug auf die trapezförmigen Vorsprünge 63 der entsprechenden Kupplungsaufenelemente 60a oder 60b außer Phase sind (siehe Fig. 16 und 17), ist die entsprechende Kupplungseinheit ausgerückt. In diesem Zustand ist das entsprechende Kupplungsaufenelement 60a oder 60b, das mit den entsprechenden Schubhülsen 56a oder 56b integriert ist, axial relativ zu dem entsprechenden Kupplungsinnelement 76a oder 76b beweglich, das mit der Schubstange 71 integriert ist.

Wenn hingegen die rechtwinkligen Vorsprünge 79 der jeweiligen Kupplungsinnelemente 76a und 76b in bezug auf die trapezförmigen Vorsprünge 63 der entsprechenden Kupplungsaufenelemente 60a oder 60b in Phase sind (siehe Fig. 18), oder wenn die entsprechende Kupplungseinheit eingerückt ist, ist das entsprechende Kupplungsaufenelement 60a oder 60b, das mit den entsprechenden Schubhülsen 56a oder 56b integriert ist, relativ zu dem entsprechenden Kupplungsinnelement 76a oder 76b axial fest, das mit der Schubstange 71 integriert ist.

Wenn sich der Elektromotor 55 in der normalen Richtung dreht und die linken und rechten Schubhülsen 56a und 56b beide nahe an die Mitte gebracht sind oder eng beieinander liegen, dreht sich der Innengewindezylinder 52 in der normalen Richtung. Weil die Schubhülsen 56a und 56b, die mit den gegenseitigen Innengewindeabschnitten 51a und 51b in Gewindeeingriff stehen, relativ zu dem Gehäuse 53 drehfest sind, bewegen sie sich entlang der Schubstange 71 voneinander weg. Weil hierbei die einwärts gerichteten Vorsprünge 77a und 77b der Schubhülsen 56a und 56b auf den axialen Innenflächen S der entsprechenden Kupplungsaufenelemente 60a und 60b drücken, bewegen sich auch die Kupplungsaufenelemente 60a und 60b voneinander weg, ähnlich wie die Schubhülsen 56a und 56b.

Wenn sich hingegen der Elektromotor 55 in der Rückwärtsrichtung dreht und die linken und rechten Schubhülsen 56a und 56b beide nach außen versetzt oder voneinander entfernt angeordnet sind, bewegen sich die Schubhülsen 56a und 56b entlang der Schubstange 71 zur Mitte hin oder aufeinander zu. Weil hierbei die Arme 65a und 65b der Kupplungsaufenelemente 60a und 60b in die Umfangssegmente C der L-förmigen Schlüsse 64 der entsprechenden Schubhülsen 56a und 56b eingreifen, werden auch die Kupplungsaufenelemente 60a und 60b, wie auch die Schubhülsen 56a und 56b, aufeinander zu bewegen.

Die Führungsnuhnen 68a und 68b, die an der Innenfläche des Gehäuses 53 zum Ergreifen der Arme 65a und 65b ausgebildet sind, sind jeweils mit einem Paar axialer Segmente H1 und H2 versehen, die parallel zueinander verlaufen, sowie mit einem Umfangssegment V, welches die zum axialen Mittelteil weisenden Enden der axialen Segmente verbindet, um eine rechtwinklige C-Form zu bilden, und sie sind zueinander in bezug auf die axiale Mitte symmetrisch ausgebildet, wie in den Fig. 20 bis 23 gezeigt.

Die zwei Kupplungsaufenelemente 60a und 60b werden einzeln durch die separaten Drehaktuatoren 66a und 66b im Winkel betätigt. Die Kupplungseinheiten sind eingerückt,

wenn die Drehaktuatoren 66a und 66b nicht arbeiten, und eingerückt, wenn die Drehaktuatoren 66a und 66b arbeiten.

Wenn beispielsweise nur der rechte Drehaktuator 66b (siehe Fig. 14) betätigt wird und die Schuhbülsen 56a und 56b und die Kupplungsaufenelemente 60a und 60b vollständig eng zur Mitte gebracht sind, dreht sich nur das rechte Kupplungsaufenelement 60b gegen die Vorspannkraft der Torsionsfeder 61b. Im Ergebnis werden die Vorsprünge 63 des entsprechenden Kupplungsaufenelements 60b in bezug auf die Vorsprünge 79 des entsprechenden Kupplungsinnelementes 76a außer Phase versetzt, oder die rechte Kupplungseinheit wird ausgerückt (siehe Fig. 17). Hierbei fluchtet der Arm 65b, der sich nach unten entlang dem Umfangssegment V der Führungsnut 68b bewegt hat, mit dem unteren axialen Segment H1 der Führungsnut 68b (siehe Fig. 20).

Hierbei werden die Sperrvorsprünge 69a und 69b, die an den axialen Inneneinden der Kupplungsaufenelemente 60a und 60b ausgebildet sind, voneinander getrennt (wie in Fig. 24 mit der strichpunkteten Linie dargestellt).

Wenn in diesem Zustand der Elektromotor 55 in der Normalrichtung angetrieben wird, bewegen sich die zwei Schuhbülsen 56a und 56b, die mit dem Innengewindezylinder 52 im Gewindeeingriff stehen, aufgrund der gegenseitigen Gewindeabschnitte voneinander weg, und dies wiederum hat zur Folge, daß sich die zwei Kupplungsaufenelemente 60a und 60b voneinander weg bewegen. Weil die linke Kupplungseinheit im eingerückten Zustand ist, wird die auf die linke Schuhbüse 56a nach links wirkende Axialkraft über das linke Kupplungsaufenelement 60a und das linke Kupplungsinnelement 76a auf die Schubstange 71 übertragen.

Weil hierbei die Vorsprünge 63 des rechten Kupplungsaufenelements 60b und die Vorsprünge 79 des rechten Kupplungsinnelementes 76b außer Phase sind, oder weil die rechte Kupplungseinheit ausgerückt ist, beeinflußt die Rechtsbewegung des rechten Kupplungsaufenelements 60b zusammen mit der rechten Schubbüse 56 das rechte Kupplungsinnelement 76b oder die Schubstange 71 überhaupt nicht. Somit bewegt sich die Schubstange 71 zusammen mit dem linken Kupplungsaufenelement 60a nach links.

Wenn sich die Schubstange 71 nach links zu bewegen beginnt, tritt der Arm 65b des rechten Kupplungsaufenelements 60b in das untere axiale Segment H1 der Führungsnut 68b ein, und das rechte Kupplungsaufenelement 60b kann sich nicht mehr drehen. Auch wenn hierbei der rechte Drehaktuator 66b entriegelt wird, bleibt daher die rechte Kupplungseinheit ausgerückt, und die auf die Schuhbüse 71 nach links wirkende Axialkraft wird weiterhin übertragen.

Sobald die Axialbewegung der Schubstange 71 mechanisch durch die Arme 65a und 65b der Kupplungsaufenelemente 60a und 60b, welche die Außenenden der unteren Axialsegmente H1 der Führungsnuten 68b erreichen, gehemmt ist, oder die Vorsprünge 57 der Schuhbüsen 56a und 56b an den Außenenden der entsprechenden Axialnuten 58 anliegen, nimmt der elektrische Strom zu dem Elektromotor 55 zu und dies kann als Signal zum Unterbrechen der Stromzufuhr zu dem Elektromotor 55 erfaßt werden.

Wenn man den Steigungswinkel der Gewindeabschnitte 60 klein wählt als den Reibwinkel, kann der Lenkwinkel in der Lage gehalten werden, in der der Elektromotor 55 zuvor stehengeblieben ist.

Wenn sich der Elektromotor 55 aus diesem Zustand heraus rückwärts dreht, bewegen sich die zwei Schuhbüsen 56a und 56b aufeinander zu oder zur Mitte, so daß die Schubstange 71 zur Mitte hin nach rechts zurückbewegt wird, und zwar aufgrund des Eingriffs zwischen dem einwärigen Vorsprung 77a der linken Schuhbüse 56a und dem

Zentriervorsprung 75a der Schubstange 71. Weil die rechte Kupplungseinheit ausgerückt ist, beeinflußt die Linksbewegung der rechten Schubbuchse 56 zur Mitte hin das rechte Kupplungsaufnemelement 76b oder die Schubstange 71 überhaupt nicht.

Wenn das Drehmoment des rechten Drehaktuators 66b aufgehoben ist, wenn der Arm 65b des rechten Kupplungsaufnemelements 60b mit dem Umfangsegment V der rechten Führungsnut 63b in der Neutralstellung fliechst, dreht sich das rechte Kupplungsaufnemelement 60b unter der Vorspannkraft der Torsionsfeder 61b, so daß die Vorsprünge 63 des rechten Kupplungsaufnemelements 60b mit den Vorsprüngen 79 des rechten Kupplungsaufnemelements 76b in Phase gebracht werden, oder die rechte Kupplungseinheit eingerückt wird.

Wenn sich die Schubstange 71 in der Neutralstellung befindet, halten die einwärts Vorsprünge 77a und 77b der zwei Schuhbülsen 56a und 56b die Zentriervorsprünge 75a und 75b zwischen sich, während die Arme 65a und 65b der Kupplungsaufnemelemente 60a und 60b durch die Innenfläche der Umfangsegmente V der Führungsnuten 68a und 68b an der Innenfläche des Gehäuses 53 in Eingriff gebracht und gehalten werden. Daher wird, in Kombination mit der zwischen dem Innengewindezylinder 52 und den zwei Schubbuchsen 56a und 56b erzeugten Reibkraft die Neutralstellung der Schubstange 71 fest gehalten, auch wenn die Schubstange 71 in der Neutralstellung einer Axialkraft ausgesetzt ist.

Wenn die Schubstange 71 über die Neutralstellung hinweg nach rechts bewegt werden soll, wird nur der linke Drehaktuator 66a aktiviert, und der Elektromotor 55 dreht sich in der Normalrichtung. Weil im Gegensatz zum vorherigen Fall die linke Kupplungseinheit ausgerückt und die rechte Kupplungseinheit eingerückt ist, wird die auf die rechte Schuhbüse 56b nach rechts wirkende Axialkraft über das rechte Kupplungsaufnemelement 60b und das rechte Kupplungsaufnemelement 76b auf die Schubstange 71 übertragen, wohingegen die Linksbewegung der linken Schuhbüse 56a die Schubstange 71 überhaupt nicht beeinflußt. Auch hierbei werden die Arme 65a und 65b zu den oberen Axialseilen H1 der Führungsnuten 68a und 68b ausgerichtet (siehe Fig. 21), und die Sperrvorsprünge 69a und 69b der Kupplungsaufnemelemente 60a und 60b werden voneinander getrennt (siehe strichpunktete Linie von Fig. 24).

Somit wird die Lenkrichtung bestimmt durch selektives Aktivieren einer der Drehaktuatoren 66a und 66b, und der Lenkwinkel wird durch Drehen des Elektromotors 55 in der Normalrichtung erhöht. Wenn sich der Elektromotor 55 rückwärts dreht, wird die Schubstange 71 immer in die Neutralstellung zurückgebracht, ungeachtet der gegenwärtigen Lenkrichtung. Daher braucht bei der Steuerung zum Wiederherstellen der Neutralstellung die Lenkrichtung nicht bestimmt werden. Sobald die Neutralstellung erhalten ist, werden ferner die Zentriervorsprünge 75a und 75b der Schubstange 71 zwischen den einwärts Vorsprüngen 77a und 77b der Schubbuchsen 56a und 56b gehalten, so daß die Schubstange 71 stationär fest gehalten wird. Daher kann der elektrische Strom zu dem Elektromotor 55 einfach durch Erfassen eines Überlastzustands unterbrochen werden, und es ist kein Sensor erforderlich, um den Neutralzustand der Lenkvorrichtung zu erfassen.

Diese Vorrichtung ist mit einem Hubsensor ausgestattet (in der Zeichnung nicht dargestellt), welcher an der Stift 72 angelegt, um die Querbewegung der Schubstange 71 zu erfassen, und mit einem weiteren Hubsensor 59, der den relativ Versatz der Schuhbüsen 56a und 56b erfäßt. Ein abnormaler Zustand der Vorrichtung kann entsprechend den Ausgaben dieser Sensoren bestimmt werden.

Im folgenden wird der Modus zum Erfassen von abnormalen Zuständen dieser Ausführung beschrieben.

Wenn beispielsweise nur eine der Kupplungseinheiten hängengeblieben ist, besteht die Möglichkeit, in eine Richtung zu lenken. Wenn jedoch die andere Kupplungseinheit eingerückt ist, um den Lenkwinkel in die entgegengesetzte Richtung zu erhöhen, werden beide Kupplungseinheiten eingerückt (siehe Fig. 22). Wenn der Elektromotor 55 in einer Richtung gedreht wird, während beide Kupplungseinheiten eingerückt sind, werden Kräfte, die die zwei Schuhbüsen 56a und 56b voneinander weg bewegen wollen, gleichzeitig an die Schubstange 71 angelegt, und die Schubstange 71 ist daher in beiden Richtungen unbeweglich. Wenn beide Kupplungseinheiten hängengeblieben sind, kann man natürlich in keine der beiden Richtungen lenken. Durch Überwachen des elektrischen Stroms an den Elektromotor und des Lenkwinkels ist es daher möglich, das fehlerhafte Ausrücken einer der Kupplungseinheiten durch Hängenbleiben der Kupplungseinheiten zu bestimmen.

Wenn beide Kupplungseinheiten nicht einrücken können, weil die Sperrvorsprünge 69a und 69b der Schuhbüsen 56a und 56b ineinander eingreifen, wird die Relativbewegung zwischen den Schubbuchsen 56a und 56b verhindert, so daß die Schubstange 71 in keine Richtung beweglich ist. Anders gesagt, weil sich die Schubstange 71 in keine der beiden Richtungen bewegen kann, wird es durch Vergleich der Ausgaben des ersten und zweiten Sensors beim Lenken in einer der Richtungen möglich, den Fehlerzustand beim Einrücken der Kupplungseinheiten zu bestimmen. Wenn nur einer der Kupplungseinheiten nicht einrücken kann, weil der Lenkwinkel in einer Richtung, jedoch nicht in der entgegengesetzten Richtung, erhöht werden kann, ist es möglich, den Fehler zu erfassen, indem man die Ausgaben des ersten und zweiten Sensors beim Lenken in beide Richtungen vergleicht.

Somit kann das fehlerhafte Einrücken und Ausrücken der Kupplungseinheiten aus dem Lenkzustand erfaßt werden, ohne daß Sensoren zum Überwachen des Betriebs der Drehaktuatoren 66a und 66b erforderlich sind, und die Anordnung zum Erfassen eines abnormalen Zustands kann vereinfacht werden.

Die Sperrvorsprünge 69a und 69b verhindern, daß sich die zwei Kupplungsaufnemelemente 60a und 60b axial voneinander weg bewegen, in Abhängigkeit vom relativen Winkel zwischen den zwei Kupplungsaufnemelementen 60a und 60b, lösen sich jedoch voneinander, wenn die zwei Kupplungsaufnemelemente 60a und 60b in die entgegengesetzten Richtungen verdreht werden. Somit können diese Sperrvorsprünge 69a und 69b die Kupplungsaufnemelemente 60a und 60b fest in der Neutralstellung halten, wenn keine der Kupplungseinheiten eingerückt ist. Dies verhindert ungewollte Konsequenzen, wenn der Elektromotor in Drehung versetzt wird, während beide Kupplungseinheiten ausgerückt sind, typischerweise aufgrund eines Fehlers einer der Kupplungseinheiten, obwohl diese eigentlich eingerückt sein soll.

Eine fünfte Ausführung der Erfindung ist in Fig. 25 gezeigt. Nach der fünften Ausführung sind ein Rückstell-Elektromotor 81 zum Wiederherstellen der Neutralstellung und ein Lenkantriebselektromotor 82 zum Erhöhen des Lenkwinkels separat vorgesehen. Das Lenken erfolgt durch Eingriff einer an der Schubstange 83 vorgesehenen Zahnrille 84 mit einem Ritzel 85, das durch den Elektromotor 82 angetrieben wird. Das Wiederherstellen der Neutralstellung erfolgt durch ein Paar von Schubblöcken 87a und 87b, die mit gegenüberliegenden Gewindeabschnitten einer Drehwelle 56 in Gewindeeingriff stehen, ähnlich wie in der ersten Ausführung. In diesem Fall sind die zwei Schubblöcke 87a und 87b mit Abstand voneinander angeordnet (wie mit der strich-

punktierten Linie gezeigt), um nicht die Axialbewegung der Schubstange 83 im normalen Betriebszustand zu behindern, und die zwei Schubböcke 87a und 87b werden eng aneinander gebracht durch Antrieb der Drehwelle 86 mit dem Rückstell-Elektromotor 81, wenn die Neutralstellung wieder hergestellt werden soll, beispielsweise in einem Notfall. Wenn die zwei Schubböcke 87a und 87b näher aneinander gebracht werden, halten sie zwischen sich einen an der Schubstange 83 ausgebildeten Vorsprung 88, so daß die Schubstange 83 in die Neutralstellung gezwungen wird. Die zwei Schubböcke 87a und 87b halten einen Vorsprung 90 des Gehäuses 89 zwischen sich, während sie gleichzeitig den an der Schubstange 83 gebildeten Vorsprung 88 zwischen sich halten, so daß die Neutralstellung fest beibehalten wird, ähnlich wie in der ersten Ausführung.

Gemäß den verschiedenen möglichen Merkmalen der Erfüllung erübrigt sich eine Rückholfeder zum Erhalt der Lenkwinkel-Neutralstellung, und auf den Aktuator für den normalen Lenkbetrieb wirkt keine ungewünschte Gegenkraft, weil die Lenkwinkelneutralstellung erreicht werden kann durch Halten eines Vorsprungs der Schubstange zwischen einem Paar von Schubböcken, die so angeordnet sind, daß sie beim normalen Lenkbetrieb nicht stören. Daher können die Leistungsanforderungen des Elektromotors reduziert werden, und dies begünstigt eine kompakte Konstruktion des Elektromotors und der zugeordneten Treiberschaltung. Weil ferner das Wiederherstellen der Neutralstellung ungeachtet des gegenwärtigen Lenkwinkels erfolgen kann, braucht man nicht bestimmen, in welcher Richtung das Fahrzeug gelenkt wird, wenn im Notfall eine Steuerung zum Wiederherstellen der Neutralstellung durchgeführt wird. Auch wenn daher der Lenksensor oder die zugeordnete Berechnungseinheit nicht richtig arbeitet, kann die Neutralstellung erreicht werden. Ferner kann die Kraft zum Wiederherstellen der Neutralstellung das Gehäuse abgefangen werden, das fest an der Fahrzeugkarosserie befestigt ist, und das Gehäuse dient als Positionsreferenz für die Montagearbeit, wobei die Neutralstellung mit einer hohen Positioniergenauigkeit definiert werden kann, im Notfall sowie im Normalbetrieb.

Eine erfundsgemäß bevorzugte Hinterradlenkvorrichtung umfaßt eine Drehwelle 18 mit einem Paar gegensinniger Gewindeabschnitte 17a, b sowie ein Paar von Schubelementen 21a, b, die drehfest gelagert sind und Gewindeabschnitte besitzen, die mit entsprechenden Gewindeabschnitten der Drehwelle in Eingriff stehen, um bei Drehung der Drehwelle in beide Richtungen in entgegengesetzte Axialrichtungen bewegt zu werden; sowie ein Paar von Kupplungseinheiten 8a, b, die jeweils zwischen einem entsprechenden der Schubelemente 21a, b und der Schubstange 1 angeordnet sind, um diese wahlweise axial fest zu verkuppeln. Die Lenkvorrichtung kann durch wahlweises Einrücken einer der Kupplungseinheiten 8a, b bestimmt werden, und der Betrag des Lenkwinkels kann bestimmt werden durch Drehen der Drehwelle mit einem Elektromotor in einer der Richtungen. Die Lenkvorrichtung läßt sich in die Neutralstellung bringen, indem der Elektromotor ungeachtet des momentanen Zustands der Lenkvorrichtung in eine vorbestimmte Richtung gedreht wird.

Patentansprüche

1. Hinterradlenkvorrichtung, umfassend:
eine Schubstange (1; 71), die an einem Gehäuse (3; 53) axial verschiebbar gelagert ist;
eine Drehwelle (18; 52), die an dem Gehäuse parallel zu der Schubstange um ihre Axiallinie herum drehbar gelagert ist und mit einem Paar gegensinniger Go-

windeabschnitte (17a, b; 51a, b) versehen ist; einen Elektromotor (20; 55) zum Drehen der Drehwelle in beide Richtungen; ein Paar von Schubelementen (21a, b; 56a, b), die drehfest gelagert sind und Gewindeabschnitte aufweisen, die mit den entsprechenden Gewindeabschnitten der Drehwelle in Eingriff stehen, um bei Drehung der Drehwelle in beide Richtungen in einander entgegengesetzte Axialrichtungen bewegt zu werden; ein Paar von Kupplungseinheiten (8a, b; 10; 22; 60a, b; 76a, b), die jeweils zwischen einem entsprechenden der Schubelemente und der Schubstange angeordnet sind, um diese wahlweise axial fest zu verkuppeln; und zumindest einen Aktuator (15a, b; 66a, b) zum wahlweisen Einrücken einer der Kupplungseinheiten.

2. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schubstange (1) mit einem Vorsprung (5) versehen ist, der dazu ausgelegt ist, zwischen den Schubelementen, wenn die Schubelemente axial aufeinander zu bewegt werden, gemeinsam mit dem an der Schubstange (1) vorgesehenen Vorsprung (5) gehalten zu werden, um für die Schubstange eine feste Neutralposition zu definieren.

3. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse einen Vorsprung (24) aufweist, der dazu ausgelegt ist, zwischen den Schubelementen, wenn die Schubelemente axial aufeinander zu bewegt werden, gemeinsam mit dem an der Schubstange (1) vorgesehenen Vorsprung (5) gehalten zu werden, um für die Schubstange eine feste Neutralposition zu definieren.

4. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Schubelemente (21a, b; 56a, b) ein auf die Schubstange (1; 71) aufgesetztes Hülsenelement (23; 56) aufweist und jede der Kupplungseinheiten ein an der Schubstange angebrachtes Kupplungsinnelement (10; 76a, b) und ein an einem entsprechenden der Schubelemente angebrachtes Kupplungsaußenelement (22; 60a, b) aufweist, so daß diese jeweils axial fest, jedoch relativ zu einander um einen vorbestimmten Winkel drehbar sind, wobei jede der Kupplungseinheiten ein Federelement (12; 61a, b) aufweist, das das Kupplungsaußenelement und das Kupplungsinnelement in Winkelrichtung relativ zueinander vorspannt, wobei der Aktuator (15a, b; 66a, b) dazu ausgelegt ist, das Kupplungsaußenelement relativ zu dem Kupplungsinnelement gegen die Vorspannkraft des Federlements in einer entgegengesetzten Winkelrichtung zu drehen; wobei das Kupplungsaußenelement und das Kupplungsinnelement mit radialen Vorsprüngen (69a, b) versehen sind, die wahlweise die Übertragung einer axialen Auswärtsbewegung eines entsprechenden der Schubelemente zu der Schubstange (1; 71) in Abhängigkeit von der Winkelstellung des Kupplungsaußenelements relativ zu dem Kupplungsinnelement gestatten.

5. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehwelle (18; 52) eine Gewindestange aufweist, die an dem Gehäuse (3; 53) nächst der Schubstange (1; 71) drehbar gelagert ist und jederseits seines axialen Mittelteils gegensinnige Gewindeabschnitte (17a, b; 51a, b) aufweist, wobei jedes der Schubelemente (21a, b; 56a, b) einen ersten Ringteil, der ein mit einem entsprechenden Gewindeabschnitt der Gewindestange im Eingriff stehendes Innenrad aufweist, sowie einen zweiten Ringteil, der auf die Schubstange (1; 71) mit der dazwischen angeordneten Kupplungseinheit aufgesetzt ist, umfaßt.
6. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Kupplungsinnelement-

ment (10) relativ zu der Schubstange (1) drehbar ist und mit einem Arm (13) versehen ist, der in eine in dem Gehäuse (3) ausgebildete Nut (14) eingreift, wobei die Nut ein Paar axiale Segmente aufweist, die Stellungen des Arms (13) entsprechen, wenn die Kupplungseinheit eingerückt bzw. ausgerückt ist und die durch ein Umfangssegment miteinander verbunden sind, das benachbarte Axialenden der Axialsegmente verbindet und der Neutralstellung der Schubstange (1) entspricht, so daß die Winkelstellung des Kupplungselementes auch bei fehlender Erregung des Aktuators für die Kupplungseinheit beibehalten werden kann, wenn das Schubelement axial von der Neutralstellung in eine entsprechende Richtung bewegt ist.

7. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator zwei Solenoide (15a, b) aufweist, die jeweils auf einen Arm (13a, b) an einem entsprechenden der Kupplungselemente wirken.

8. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator ein einziges Solenoid (15) mit zwei Arbeitsenden aufweist, die abwechselnd auf einem Arm eines gewählten der Kupplungselemente wirken.

9. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator einen Kipphebel (35) mit zwei Enden aufweist, von denen jeder auf einen Arm (13a, b) eines entsprechenden der Kupplungselemente (10) wirkt, ein Federelement (36), das den Kipphebel (35) in Winkelrichtung vorspannt, sowie ein einziges Solenoid (15), das wahlweise den Kipphebel (35) in eine entgegengesetzte Winkelrichtung gegen die Federkraft des Federelements drückt.

10. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehwelle (18) eine Gewindestange aufweist, die drehbar an dem Gehäuse (3) nächst der Schubstange (1) gelagert ist und jedeserteits ihres axialen Mittelteils gegensinnige Gewindeabschnitte (17a, b) aufweist, wobei jedes der Schubelemente (21a, b) einen Ringteil mit einem Innengewinde besitzt, das mit einem entsprechenden der Gewindeabschnitte (17a, b) der Drehwelle (18) in Eingriff steht; und wobei jede der Kupplungseinheiten (8a, b; 10, 22) ein Loch (33a, b) aufweist, das in einem entsprechenden der Schubelemente ausgebildet ist, wobei ein Stift (32a, b) verschiebar in der Schubstange (1) aufgenommen ist, um wahlweise in das Loch des Schubelements eingesetzt zu werden, wenn die Schubstange (1) und das Schubelement (21a, b) sich in ihren Neutralstellungen befinden; ein Federelement (31), das normalerweise den Stift in die Schubstange (1) federnd zurückzieht; sowie einen Aktuator, der den Stift wahlweise in das Loch des Schubelements gegen die Federkraft des Federelements hineinsetzen kann.

11. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse mit einer Führungswand (34) versehen ist, die mit jedem der Stifte (32a, b) in Eingriff steht, um den Stift in dem Loch (33a, b) des entsprechenden Schubelements eingesetzt zu halten, wenn bei in das Loch (33a) des Schubelements eingesetztem Stift die Schubstange (1) durch das Schubelement (21b) aus ihrer Neutralstellung axial weg bewegt wird.

12. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehwelle (71) ein hohles Buchsenelement (52) aufweist, das an seiner Inneneroberfläche in bezug auf dessen axiale Mitte symme-

trisch ein Paar von gegensinnigen Innengewindeabschnitten (51a, b) aufweist; und wobei die Schubelemente ein Paar von Schuhbülsen (56a, b) aufweisen, die jeweils an ihrem Außenumfang einen Außengewindeabschnitt aufweisen, der mit einem entsprechenden der Gewindeabschnitte (51a, b) der Drehwelle (71) koaxial in Eingriff steht; wobei die Schubstange (71) koaxial in den Schuhbülsen (56a, b) aufgenommen ist.

13. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Schuhbülsen (56a, b) einen radikalen Vorsprung (57) aufweist, der in einer in dem Gehäuse (53) ausgebildeten Axialnut (58) aufgenommen ist, um die Schuhbüse in bezug auf das Gehäuse drehfest zu halten.

14. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Kupplungseinheiten umfaßt: ein Kupplungselement (76a, b), das fest an der Schubstange (71) angebracht und mit einem nach außen ragenden radikalen Vorsprung (79) versehen ist, ein Kupplungsaufselement (60a, b), das an einer entsprechenden der Schuhbülsen (56a, b) angebracht ist, so daß es axial fest, jedoch um einen vorbestimmten Winkel relativ drehbar ist, und mit einem nach innen ragenden radikalen Vorsprung (63) versehen ist, der wahlweise axial zu den Vorsprüngen (79) des Kupplungselementes ausgerichtet ist, um in Abhängigkeit von einem Relativwinkel zwischen diesen die Schubstange (71) axial fest mit der Schuhbüse in Eingriff zu bringen, sowie ein Federelement (61b), das das Kupplungsaufselement normalerweise in eine Winkelrichtung vorspannt; wobei der Aktuator (66a, b) für die Kupplungseinheit dazu ausgelegt ist, das Kupplungsaufselement gegen die Federkraft des Federelements in eine entgegengesetzte Winkelrichtung zu drehen.

15. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Kupplungsaufselement (60a, b) relativ zu der Schubstange (71) drehbar ist und mit einem Arm (65a, b) versehen ist, der in einer in dem Gehäuse (53) ausgebildete Nut (68a, b) ein greift, wobei die Nut ein Paar axiale Segmente (H1, H2) aufweist, die Stellungen des Arms entsprechen, wenn die Kupplungseinheit eingerückt bzw. ausgerückt ist, die durch ein Umfangssegment (V) miteinander verbunden sind, das benachbarte axiale Enden der axialen Segmente miteinander verbindet und der Neutralstellung der Schubstange (71) entspricht, so daß eine Winkelstellung des Kupplungselementes auch bei fehlender Erregung des Aktuators für die Kupplungseinheit beibehalten werden kann, wenn die Schuhbüse aus der Neutralstellung in einer entsprechenden Richtung axial weg bewegt wird.

16. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator ein Paar von Solenoide (66a, b) aufweist, die jeweils auf einen Arm (65a, b) an einem entsprechenden der Kupplungsaufselemente (60a, b) wirken.

17. Hinterradlenkvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schuhbüsen an ihnen einander gegenüberliegenden Axialenden mit Sperrvorsprüngen (69a, b) versehen sind, derart, daß die Schuhbüsen daran gehindert werden, sich aus der Neutralstellung axial voneinander weg zu bewegen, wenn keine der Kupplungseinheiten eingerückt ist.

18. Hinterradlenkvorrichtung, umfassend:
eine Schubstange (1), die an einem Gehäuse (3) axial verschiebbar gelagert ist;

eine Drehwelle (42), die an dem Gehäuse parallel zu der Schubstange um ihre Axiallinie herum drehbar gelagert ist und mit einem Gewindeabschnitt versehen ist; einen Elektromotor, der zum Drehen der Drehwelle in beide Richtungen ausgelegt ist; 5
ein Schubelement (41), das an dem Gehäuse (3) drehfest gelagert ist und eine Innenbohrung aufweist, die mit dem Gewindeabschnitt der Drehwelle (42) in Gewindegang steht; eine Kupplungseinheit, die zwischen dem Schubelement (41) und der Schubstange (1) angeordnet ist, um dies wahlweise axial fest zu verkuppeln; und einen Aktuator (15a, b) zum wahlweisen Einrücken der Kupplungseinheit; wobei die Kupplungseinheit ein in dem Schubelement (41) ausgebildetes Loch (46) aufweist, wobei ein Stift (44) in der Schubstange (1) verschiebbar aufgenommen ist, um wahlweise in das Loch (46) des Schubelements eingesetzt zu werden, wenn die Schubstange und das Schubelement sich in ihren Neutralstellungen befinden; ein Federelement (43), das normalerweise den Stift (44) in die Schubstange federnd zurückzieht; sowie einen Aktuator (45), der den Stift wahlweise in das Loch des Schubelements gegen die Federkraft des Federelements einsetzen kann; 15
wobei das Gehäuse (3) mit einer Führungswand (47) versehen ist, die an den Stift (44) angreift, um den Stift in dem Loch (46) des Schubelements eingesetzt zu halten, wenn bei in das Loch des Schubelements eingesetztem Stift die Schubstange durch das Schubelement 20 aus ihrer Neutralstellung axial weg bewegt wird.
19. Hinterradlenkvorrichtung umfassend:
eine Schubstange (83), die an einem Gehäuse (89) axial verschiebbar gelagert ist; einen ersten Elektromotor (82) zum Betätigen der 25 Schubstange in beide Axialrichtungen; eine Drehwelle (86), die an dem Gehäuse parallel zu der Schubstange um ihre Axiallinie herum drehbar gelagert ist und mit einem Paar gegensinniger Gewindeabschnitte versehen ist; 30
einen zweiten Elektromotor (81) zum Drehen der Drehwelle in beide Richtungen; und ein Paar von Schubelementen (87a, b), die drehfest gelagert sind und Gewindeabschnitte aufweisen, die mit entsprechenden Gewindeabschnitten der Drehwelle 35 (86) in Eingriff zu stehen, um bei Drehung der Drehwelle in beide Richtungen in einander entgegengesetzte Axialrichtungen bewegt zu werden; wobei die Schubstange (83) mit einem Vorsprung (88) 40 versehen ist, der dazu ausgelegt ist, zwischen den Schubelementen (87a, b) gehalten zu werden, wenn die Schubelemente axial aufeinander zu bewegt sind; wobei das Gehäuse einen Vorsprung (90) aufweist, der dazu ausgelegt ist, zwischen den Schubelementen (87a, b) gemeinsam mit dem an der Schubstange (83) vorge- 45
sehenen Vorsprung (88) gehalten zu werden, wenn die Schubelemente axial aufeinander zu bewegt sind, um eine feste Neutralstellung für die Schubstange zu definieren.

Fig. 1

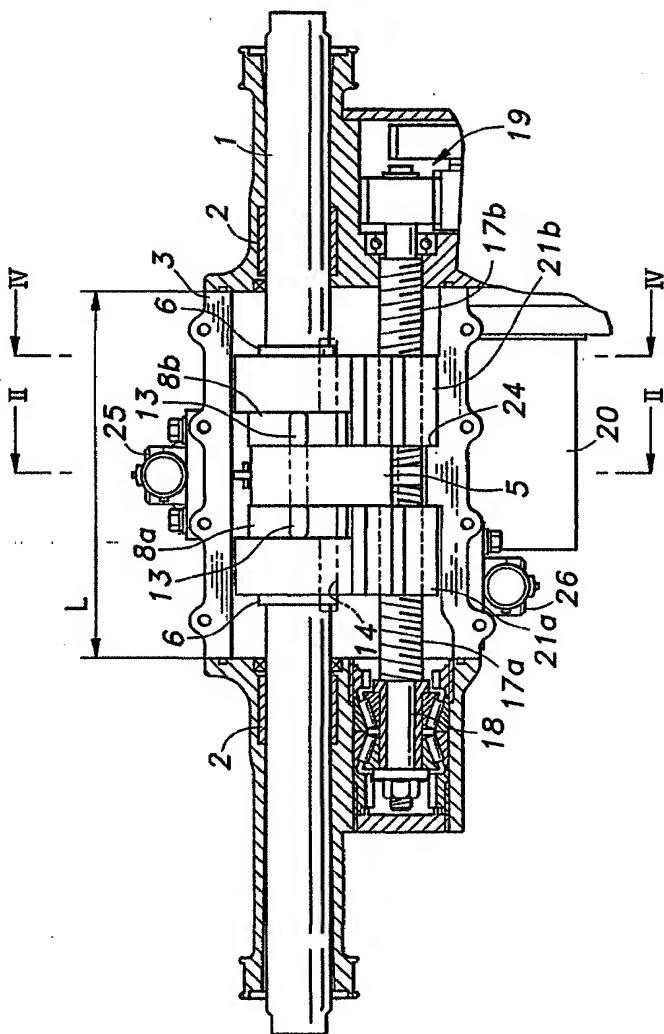


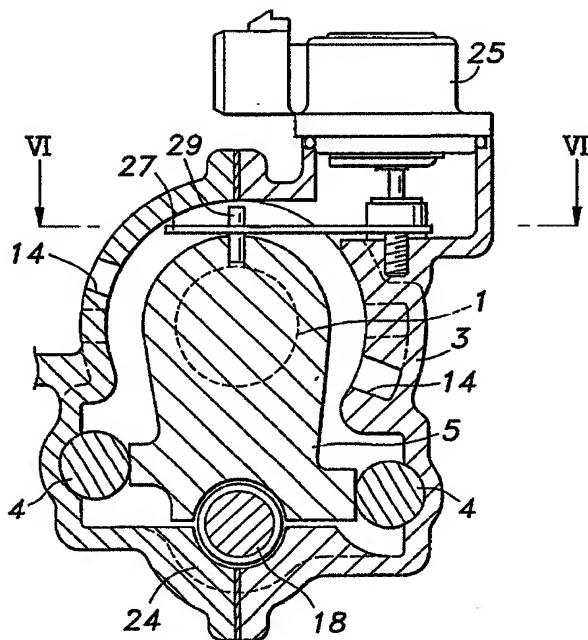
Fig. 2

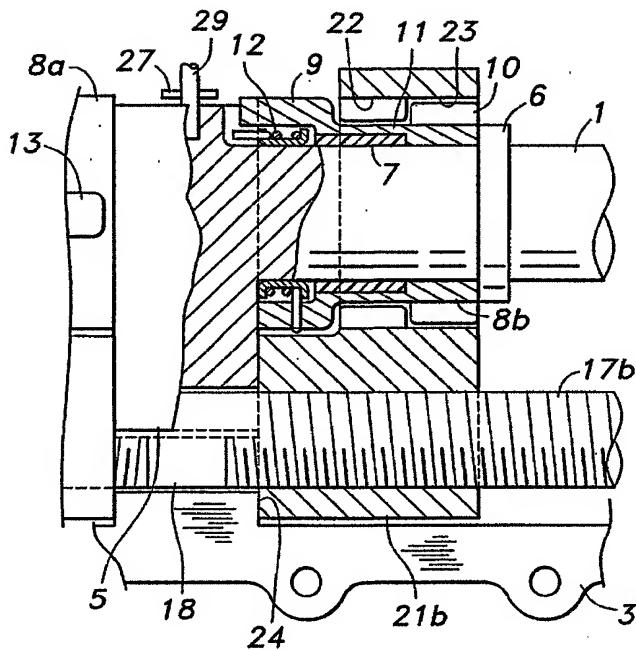
Fig. 3

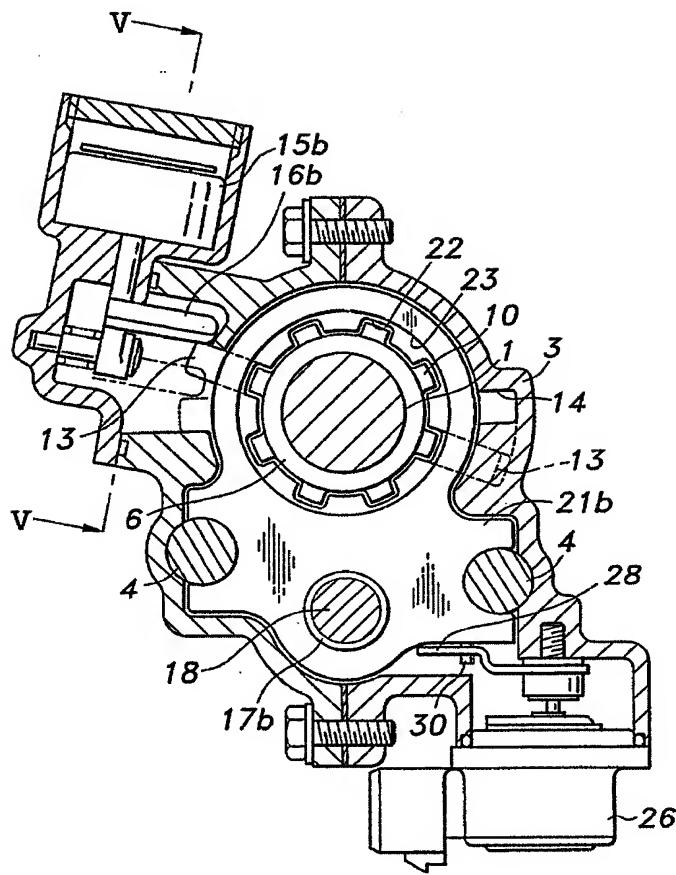
Fig. 4

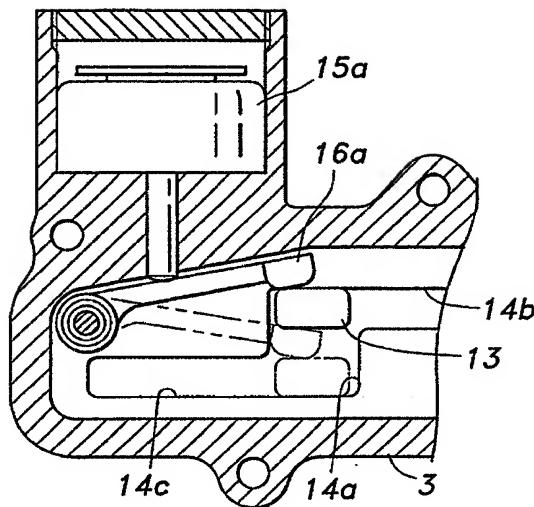
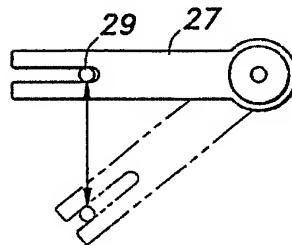
Fig. 5*Fig. 6*

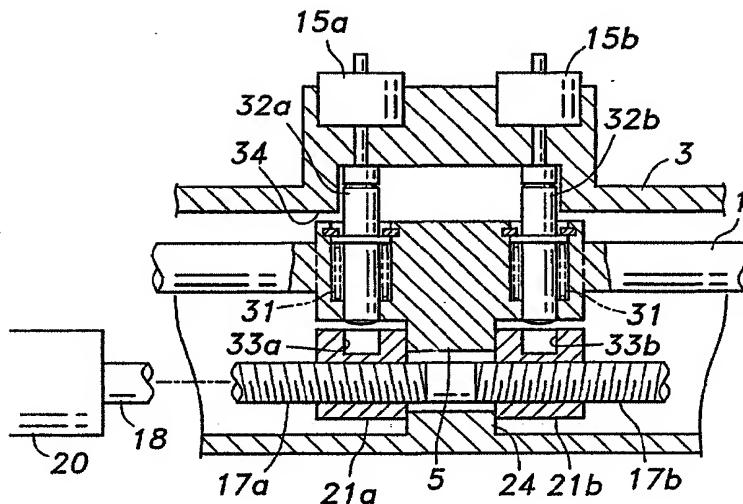
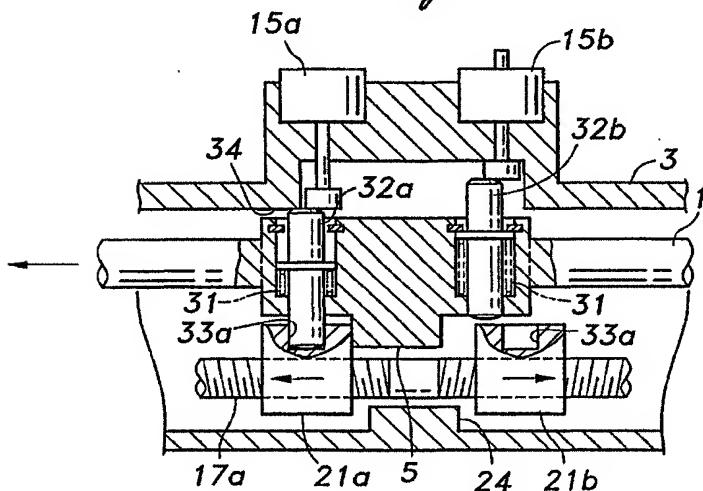
Fig. 7*Fig. 8*

Fig. 9

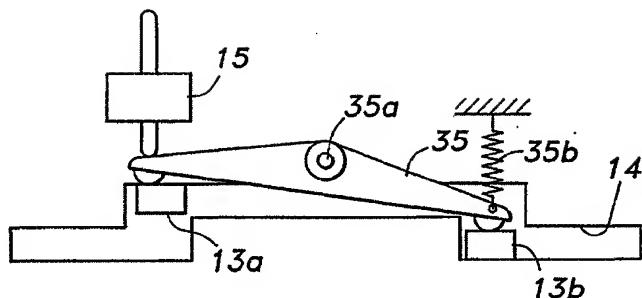


Fig. 10

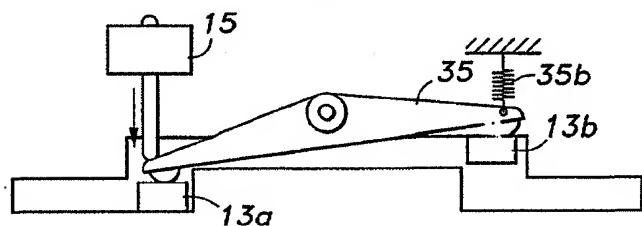


Fig. 11

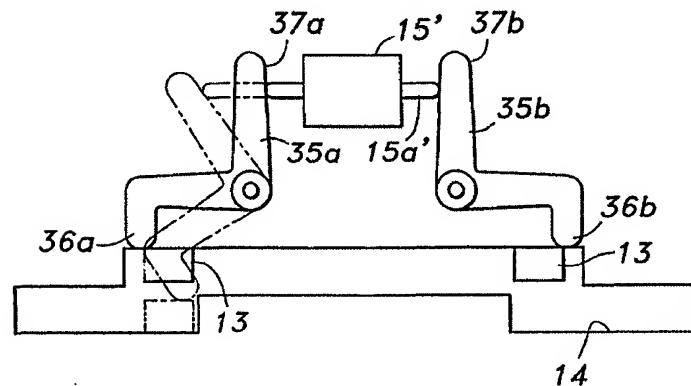


Fig. 12

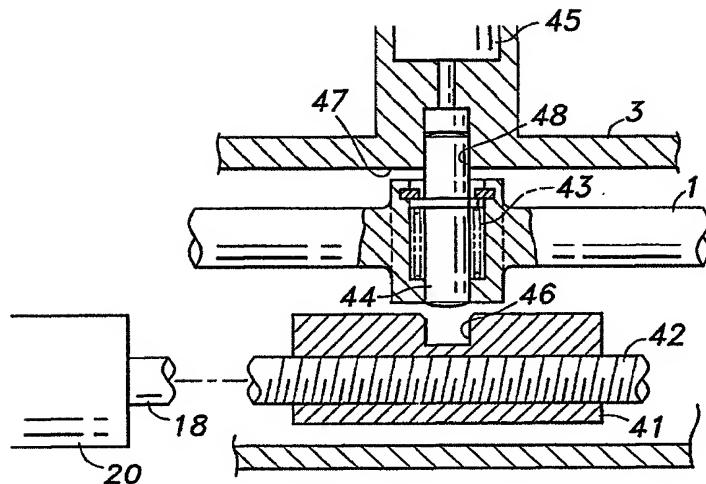


Fig. 13

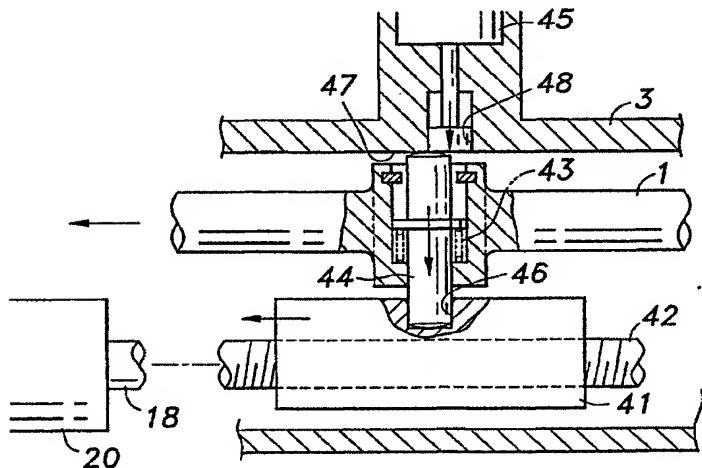


Fig. 14

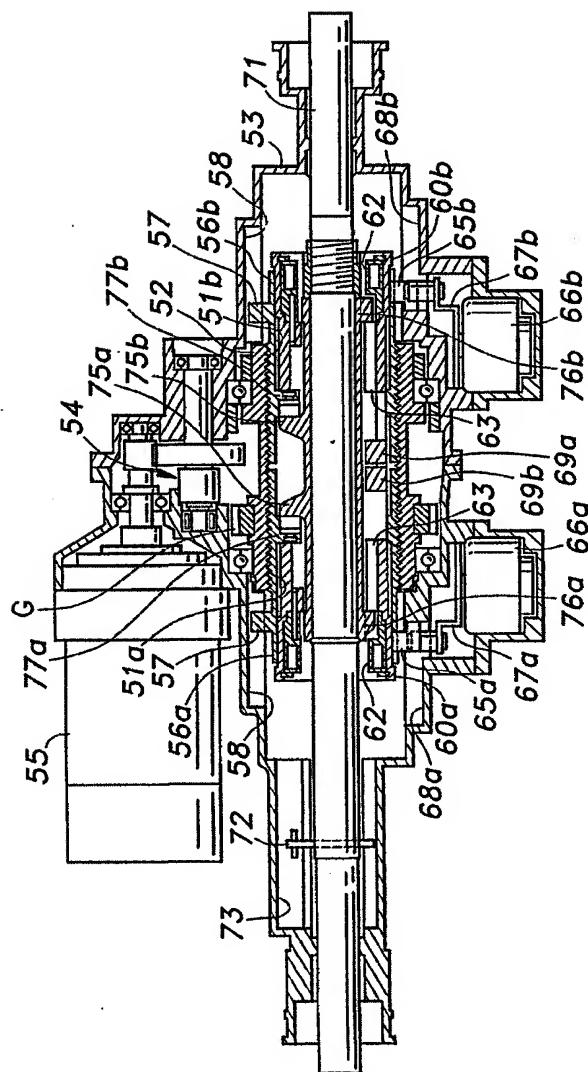


Fig. 15

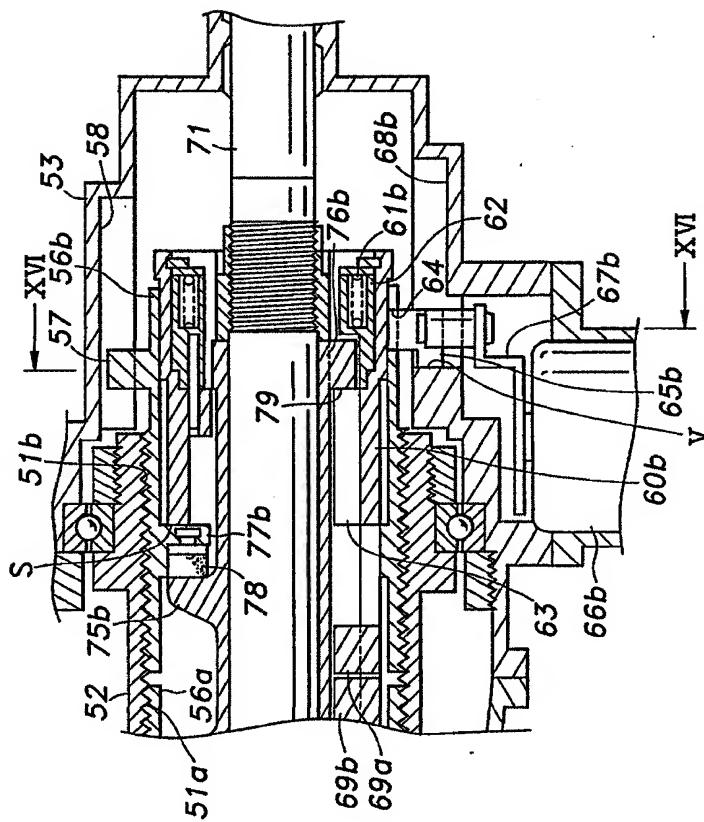


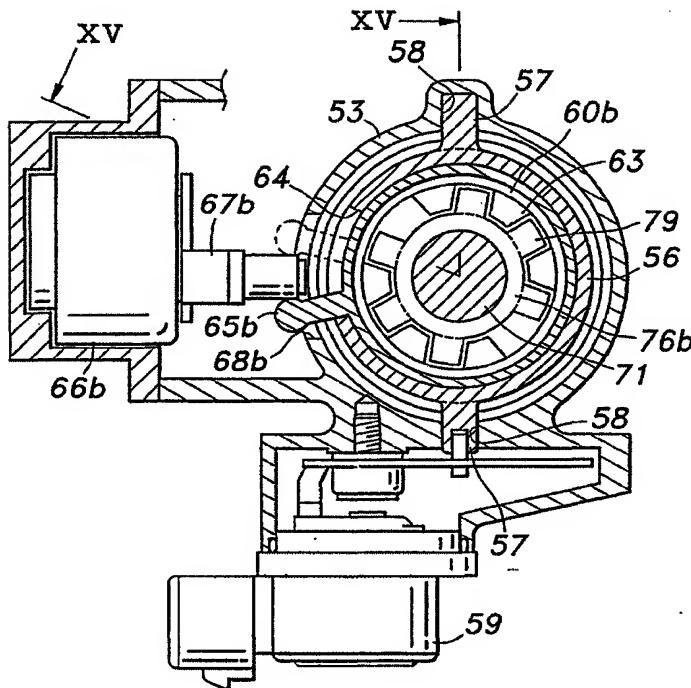
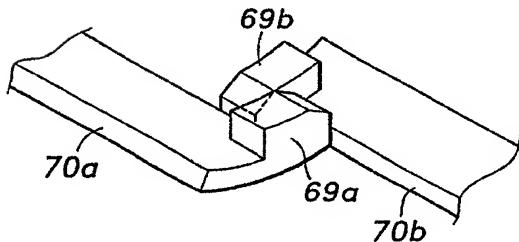
Fig. 16*Fig. 19*

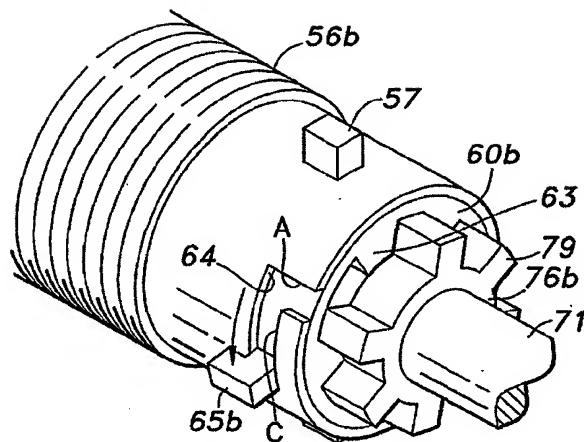
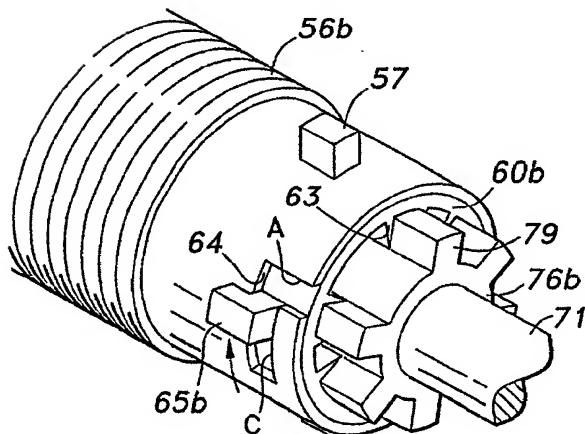
Fig. 17*Fig. 18*

Fig. 20

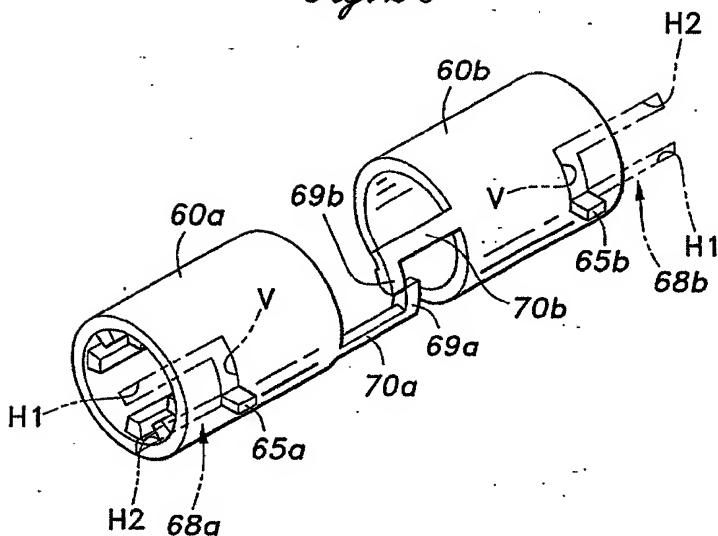


Fig. 21

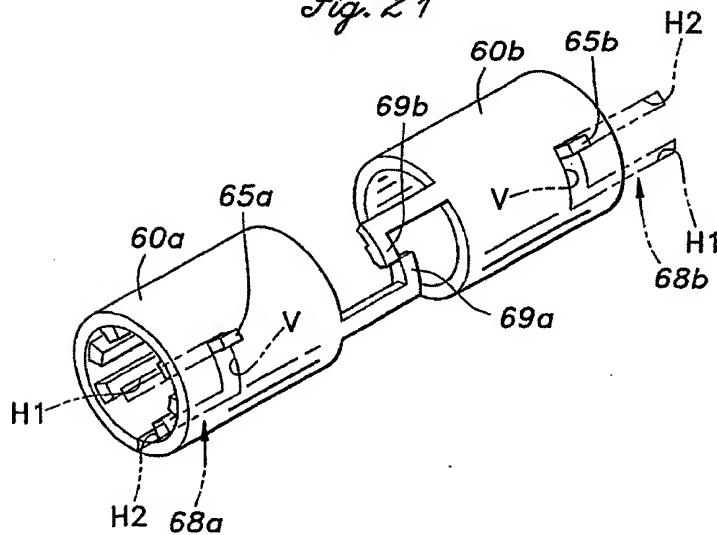


Fig. 22

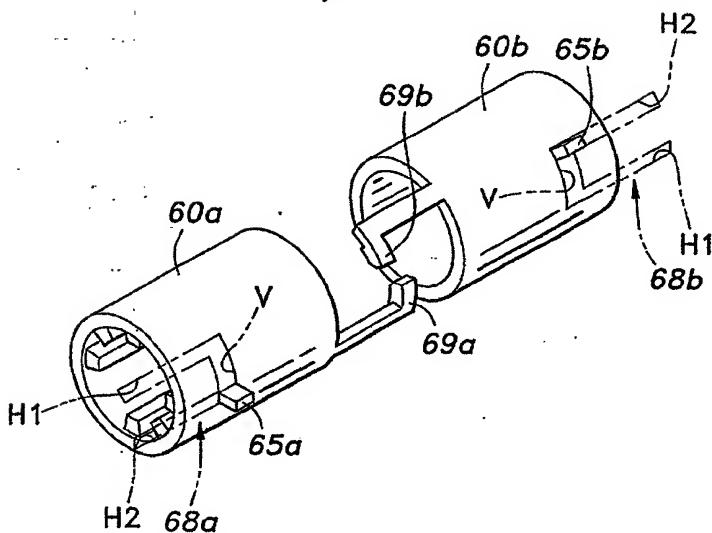


Fig. 23

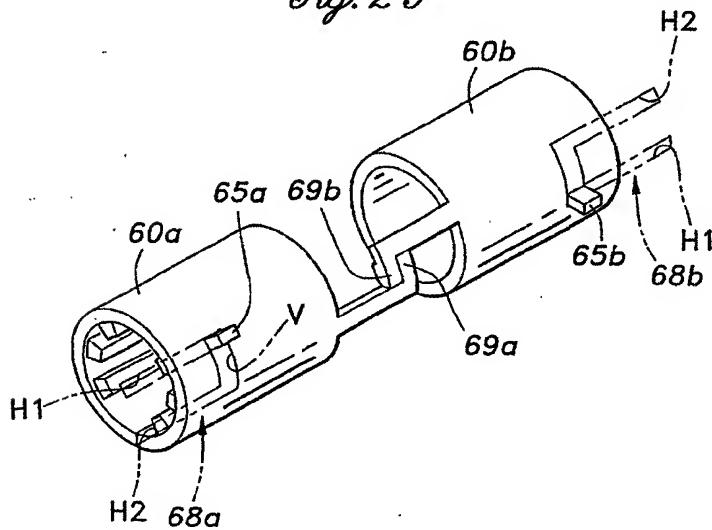


Fig. 24

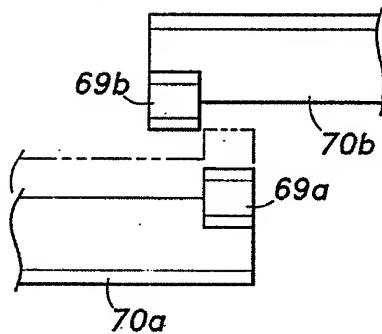


Fig. 25

